

Lándor Béláné – Molnár Ervin

A műszaki rajz alapjai
Villamos rajzi alapismeretek

6. kiadás

Tankönyvnyvместer Kiadó,
Budapest

Lektor: Putankó Anna

Sorozatszerkesztő: Futterer László

© Lándor Béláné, Molnár Ervin, 2000, 2001, 2003, 2004, 2006, 2008
© Tankönyvmester Kiadó, 2000, 2001, 2003, 2004, 2006, 2008

Felelős szerkesztő: Herczegi Zsolt
Borítótér: Szlovencsák Ádám

6. kiadás

Felelős kiadó: a Tankönyvmester Kiadó ügyvezetője

ISBN 978 963 9668 95 9

A tankönyv megrendelhető:

Tankönyvmester Kiadó

1141 Budapest,

Fogarasi út 111.

Tel.: 220-22-37

Fax: 221-05-73

www.tankonyvmester.hu

e-mail: info@tankonyvmester.hu

A könyv formátuma: A/4

Terjedelme: 6,25 (A/5) ív

Azonossági szám: TM-11012/4

Készült az MSZ 5601:1983 és 5602:1983 szerint

Szedés, nyomdai előkészítés: **MEGYEK** Stúdió

Nyomta és kötötte: Regisztrált Kiadó és Nyomda Kft., Budapest

Tartalomjegyzék

5	ELŐSZÓ
7	BEVEZETÉS
8	1. ÁLTALÁNOS ISMERTETEK
9	2. A VILLAMOS RAJZOK FAJTÁI
10	2.1. A fő rajzfajták
19	2.2. A különféle rajzfajták kapcsolata
20	3. A VILLAMOS RAJZOK KÉSZÍTÉSÉNEK SZABÁLYAI
20	3.1. Vonalak, szövegek
21	3.2. A vezetékek rajzolási szabályai
22	3.3. Az alkatrészek ábrázolásának általános szabályai
25	3.4. Rajzok, rajzelemek jelölése
27	4. RAJZJELEK
27	4.1. Vezetékek
28	4.2. Áramforrások
28	4.3. Feszültség- és áramrendszerek
29	4.4. Villamos készülékek kapcsoljelölése
29	4.5. Kondenzátorok
30	4.6. Állandó és változó értékű ellenállások, potenciométerek
31	4.7. Tekercsek, transzformátorok
31	4.8. Fényforrások
32	4.9. Kapcsolók és érintkezők, jelzők
34	4.10. Csatlakozások
35	4.11. Olvadbiztosítók, feszültségjelvezetők
36	4.12. Antennák
36	4.13. Elektromágneses átalakítók
37	4.14. Generátorok
37	4.15. Átalakítók
38	4.16. Erősítők
38	4.17. Szűrők
39	4.18. Félvezető eszközök
40	4.19. Villamos mérőműszerek
41	4.20. Logikai elemek
44	4.21. Villamos forgógépek
46	4.22. Világítástechnika és épületvillamosság
48	4.23. Gépjárművek villamos berendezései
50	RAJZSZABVÁNYOK

Ez a **A műszaki rajz alapjai. Villamos rajzi alapismeretek** c. könyv, amit kezében tart a kedves Olvasó, a Tankönyvmester Kiadó tankönyvcsaládjának egyik alapozó tankönyve.

A műszaki élet bármely területén nagy fontosságú a rajztudás, úgyis mint gondolati kifejezőeszköz, és úgyis mint a dokumentálás eszköze. A rajztudás fejlesztéséhez nyújtanak segítséget **A műszaki rajz alapjai** c. sorozat kötetei, amelyek a következők: *Sikmértan, Térnértan, Géprajzi alapismeretek, Villamos rajzi alapismeretek*. Az első kettő ezek közül összefoglalja a mértani szerkesztésekkel, az ábrázoló geometriával kapcsolatos alapismereteket, amit a középiskolai oktatásban részvevő valamennyi tanulónak ismernie kell. A második két kötet a szakrajzi alapismereteket tárgyalja, és általánosságban megismertet a gépészeit, ill. a villamos ipari műszaki rajzzal, a rajzolvassással, valamint a manuális rajz-készítés technikájával és szabályaival.

Napjainkban egyre növekszik a jelentősége a számítógépes rajzkészítésnek. Az AutoCAD programok alapjaival foglalkozik a kiadó **A Számítógéppel segített rajzolás. Síkbeli ábrázolás és Térbeli ábrázolás** c. kötet, és ennek elsaajátítását segíti az **AutoCAD feladatgyűjtemény**.

A villamos ipari szakközépiskolákban a szakrajz tantárgy keretén belül oktatják a villamos rajzjelölket, a különféle jelképes jelöléseket, rajzi egyszerűsítéseket. Mindezek a rajzolás szempontjából szükségesek, csakúgy, mint a műszaki dokumentációkban, rajzrendszerében való eligazodás. A könyv – az OKJ-ben előírt követelményeknek megfelelő tartalommal – jó elméleti alapot nyújt a tanulóknak ahhoz, hogy későbbiek során a villamos rajzokat számítógépes programmal készíthessék el.

A Tankönyvmester Kiadó rajztankönyvei a következők:

TM-11012/1 Főris Tibor: **A műszaki rajz alapjai. Sikmértan, Térnértan, Géprajzi alapismeretek**,
 TM-11012/2 Főris Tibor: **A műszaki rajz alapjai. Térnértan, Géprajzi alapismeretek**,
 TM-11012/3 Vajtai György: **A műszaki rajz alapjai. Géprajzi alapismeretek**,
 TM-11012/4 Lándor Béláné-Molnár Ervin: **A műszaki rajz alapjai. Villamos rajzi alapismeretek**,

TM-11012/5 Pintér Miklós: **Számítógéppel segített rajzolás. Síkbeli ábrázolás, alapismeretek**,
 TM-11012/6 Pintér Miklós: **Számítógéppel segített rajzolás. Térbeli ábrázolás, alapismeretek**,

TM-11212/1 Főris Tibor: **Műszaki rajz feladatok. Sikmértan, Térnértan, Géprajzi alapismeretek**,
 TM-11212/2 Főris Tibor: **Műszaki rajz feladatok. Térnértan, Géprajzi alapismeretek**,
 TM-11212/3 **Műszaki rajz feladatok. Géprajzi alapismeretek**,
 TM-11212/4 Molnár Ervin: **Műszaki rajz feladatok. Villamos rajzi alapismeretek**,
 TM-11212/5 Szentgyörgyi Erika-Fodor Gábor: **AutoCAD feladatgyűjtemény**.

Eredményes tanulást és szakmai sikereket kíván minden kedves Olvasójának a

Tankönyvmester Kiadó

Már a leggyorsabb villamos berendezések is összetett rendszert alkotnak, amiknek szabatos specifikálása számos, egymáshoz kapcsolódó dokumentumot igényel. Ezek szöveges, táblázatos vagy rajzi dokumentumok lehetnek, amelyek a villamos berendezés (objektum) tervezésénél, gyártásánál, üzembehelyezésénél és karbantartásánál, ill. javításánál használnak fel. A rajzi dokumentáció a villamos berendezés tervezőjének, gyártójának, üzemeltetőjének és karbantartójának közös nyelve. Ebben a tankönyvben elsősorban a rajzi dokumentumokkal foglalkozunk.

A villamos rajz oktatásának és tanulásának célja, hogy egy berendezés tulajdonságait, működését a lehető legegyszerűbben, minden szakember számára érthető módon írjuk le (**rajzkészítés**), ill. egy ilyen leírásból (rajzdokumentációból) következtetni tudjunk a berendezés tulajdonságaira, működésére (**rajzolás**).

A kézi rajzkészítés az utóbbi időben a CAD rendszerek elterjedésével veszített a jelentőségéből, és a hangsúly a rajzolás irányába tolódott el. Ezért a manuális rajzolás szabályait a tankönyv csak érinti (ezek elcsúszhatók a Tankönyvmester Kiadó: A műszaki rajz alapjai. *Sikmértan*, ill. *Termérian* c. tankönyveiből), és célként csak a vázlatok szabványos formájú elkészítését tűzi ki.

A mindenki számára érthető, egyértelmű rajzi leírás csak szabványos ábrázolással valósítható meg. A villamos rajzok kialakítási szempontjait az EN 61082-1:1993 számú, *Elektrotechnikai dokumentációk készítése* című európai szabvány írja elő (ami 1999 óta egyben magyar szabvány is), a rajzokon használt szimbólumokat az MSZ IEC 617-1 – 617-13 szabványok rögzítik. Az új szabvány megjelenésével a régi szabványok érvényüket veszítették. Az új és a régi szabvány közötti különbség az, hogy az új már nem a szigorúan vett villamos ipari műszaki rajzra, hanem a – mint a címe is mutatja – a dokumentáció készítésére helyezi a hangsúlyt.

A dokumentáció magában foglalja a berendezés tervezését, gyártását, összeszerelését, telepítését, üzemeltetését és karbantartására vonatkozó szöveges és képi (rajzos, fényképes), hagyományos és elektronikus hordozón megjelenített információkat.

Ezek az információk összetűgő rendszert alkotnak, és nem szükség szerint rajzi formában, hanem táblázatosan, diagramokként stb. adhatók meg. A dokumentáció egy része számítógéppel készül, és megjelenési formája is sokszor a számítógép képernyője, így tárolására, ill. archiválására is számítógépes adathordozót (mágnestape, mágnesszalagot, CD-t) használunk.

A dokumentációk rajzi része is egyre inkább számítógéppel készül, ill. gyakori a hagyományos papír alapú dokumentációk utólagos számítógépre vitele is. A dokumentumok számítógépes kezelése, feldolgozása speciális követelményeket támaszt (pl. a vékony vonalak szkenneléskor eltűnnek vagy nem ismételhetők fel a számítógép részéről), amiket az új szabvány már figyelembe vesz. Összességében elmondhatjuk, hogy az új szabvány kevesebb formai (rajztechnikai) kööttséget tartalmaz, tágabb mozgásteret nyújt a felhasználónak, és adott esetben az ábrázolásnál több lehetőség közül is választhatunk. Ebben a tankönyvben a gyakorlatban legfontosabb és az egyes villamos ipari szakterületeken leggyakoribb szabályokat foglaljuk össze. A részletek a tankönyv végén, az irodalomjegyzékben megadott szabványokban (sok esetben csak angol nyelven) találhatóak meg.

A rajzok elkészítéséhez és megértéséhez szükség van a villamos technológiai ismeretekre, valamint az egyes szakterületek speciális (híradástechnikai, erőáramú, mérés-technikai, gépészeti, építészeti stb.) ismereteire is.

1. ÁLTALÁNOS ISMERETEK

A szabvány szerint a *villamos rajz* olyan szerkesztési dokumentáció, ami rajzjelekkel (grafikus formában, esetleg beágyazott szöveggel kiegészítve) ábrázolja az objektum alkotórészeit és a közöttük lévő kapcsolatot.

Az *objektum* a leírt termék, berendezés, készülék, egység, hálózat, létesítmény stb. gyűjtőfogalma. Minden objektum részegységekből épül fel, amelyeket elemek alkotnak.

Az *elem* az objektum azon leggyyszerűbb része, amelynek önálló funkciója és rajzjele van, és további önálló funkciójú részekre már nem bontható.

A *részegység* az egy szerkezetbe foglalt elemek összessége.

A villamos berendezések különböző csoportokba sorolhatók, és az egyes csoportok esetén más és más ábrázolási módszerek érvényesülnek.

Alkalmazás szempontjából a villamos berendezések a következők lehetnek:

- erőáramúak (energetikaiak),
- gyengeáramúak (információátviteliek) és
- komplexek (erős- és gyengeáramú részeket egyaránt tartalmazók).

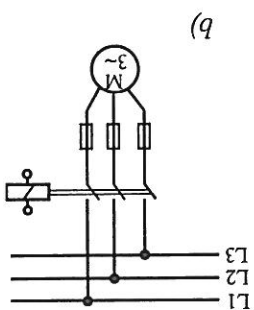
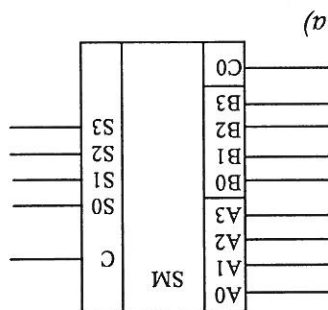
A működésére használt feszültség szint alapján a berendezések a következők lehetnek:

- nagyfeszültségűek (1000 V-nál nagyobb feszültségű vezetéket is tartalmazók),
- kisfeszültségűek (50 V-nál nagyobb, de 1000 V-nál kisebb feszültségű vezetéket tartalmazók) és
- törpefeszültségűek (csak 50 V-nál kisebb feszültségű vezetéket tartalmazók).

2. A VILLAMOS RAJZOK FAJTÁI

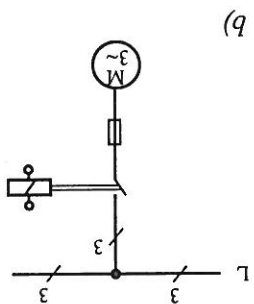
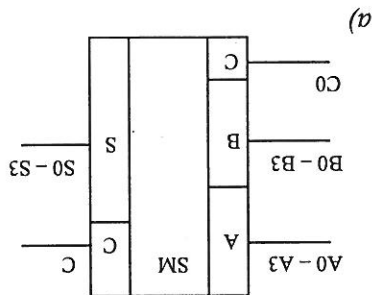
A villamos rajzok az egyes elemek egymáshoz való csatlakoztatása szempontjából az egy-, vagy többvonalas kapcsolási rajz csoportba sorolhatók.

A *többvonalas kapcsolási rajz* az egyes csatlakozási pontokat önálló vonallal köti össze (2.1. ábra). Előnye, hogy teljesen egyértelmű, főleg a berendezés szerelésénél, karbantartásánál használható. Hátránya, hogy összetett berendezések esetén az egyes vezetékek követése nehézkes, nagy a hibalehetőség, az ábra rendkívül „kuszá”.



2.1. ábra. Példa többvonalas kapcsolási rajzra
a) négy bites összeadó; b) villamos motor bekötése

Az *egyvonalas kapcsolási rajz* több, egymással funkcionális vagy logikai kapcsolatban lévő összekapcsolt vezetéket egyetlen vonallal ábrázol. Az egyvonalas ábrázolás előnye a rajz áttekinthetősége, hátránya a nehezebb hibakeresés (a 2.1. ábrán az összehasonlíthatóság érdekében a 2.2. ábra rajzai egyvonalas ábrázolással is láthatók).



2.2. ábra. Példa egyvonalas kapcsolási rajzra
a) négy bites összeadó; b) villamos motor bekötése

A villamos rajzok más felosztás szerint a következők lehetnek:

- funkcionálisak és
- topológikusak.

A *funkcionális rajzokon* az egyes elemek (alkatrészek, részelemek) szimbólumai úgy helyezkednek el, hogy a közöttük lévő funkcionális kapcsolat felismerhető legyen. Funkcionális rajz pl. a szokásos kapcsolási rajz.

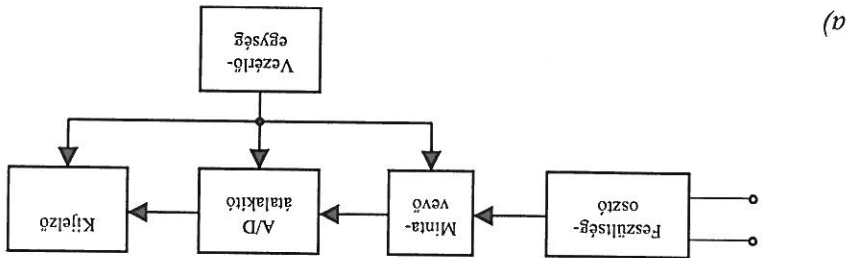
A *topológikus rajzokon* az egyes elemek (alkatrészek, részegységek) szimbolizmusai úgy helyezkednek el, hogy az egymáshoz viszonyított rajzbeli helyzetük megfeleljen az elem tényleges fizikai elhelyezésének. Ilyen topológikus rajz pl. egy erőáramú nyomvonalrajz, vagy egy épület villamos hálózatainak rajza. Az objektumra (berendezésre) vonatkozó információk *kitölthető rajzfajtyákkal* adhatók meg, amelyek a berendezésnek a felhasználás célja szerinti lényeges tulajdonságait emelik ki, és egy- vagy többvonalas ábrázolásuknak lehetnek. A villamos ipar egyes területein – az ábrázolni kívánt berendezésektől, folyamatoktól függően – más-más rajzfajtyákat részesítenek előnyben. Általános szabály, hogy a rajz az adott szinten szükséges összes információt (és csak azt) világos, jól érthető módon tartalmazza. Ennek érdekében az egyes rajzfajtyák keverhetők, ill. megengedett új rajzfajtyák, rajzjelek bevezetése is, ha az a megértést segíti. A rajzokon a kivezető kapcsolatokat fel kell tüntetni, ha könnyebbé teszi a rajz értelmezését. A villamos rajzi ábrázolás alapszabálya, hogy az egyes elemeket, részegységeket mindig árammentes, alapállapotú helyzetben kell ábrázolni (pl. a kapcsolókat alapállapotban, a jelzőket árammentes állapotban stb.).

A fő rajzfajtyák a következők: tömbvázlat, elvi rajz, általános kapcsolási vázlat (kapcsolási rajz), méretezési részletrajz, elvi huzalozási (kábelvezési) rajz, általános kapcsolási vázlat, bekötési rajz, elrendezési rajz, szerelési rajz, állapotdiagram, idődiagram, nyomtatott áramköri (NYÁK-, fólia-) rajz, beültetési (szerelési) rajz.

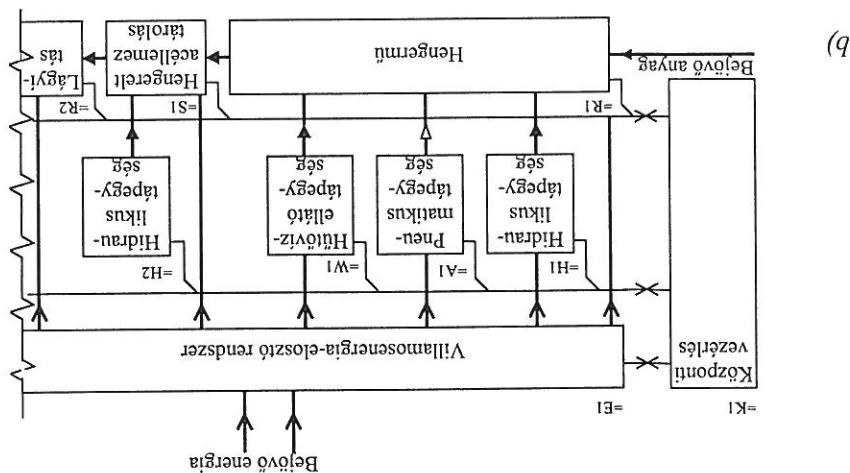
2.1. A fő rajzfajtyák

Tömbvázlat

Az objektum fő részeit négysszögökkel (téglaalapokkal) jelölve megadja az egyes részek rendeltetését és egymáshoz való kapcsolódását (2.3. ábra). Az egyes részek jellemzőit a téglaalapban, szöveges formában tartalmazza. Az egyes részek sorrendje a jel- vagy energiaáramlás irányát követi, és általában felülről lefelé vagy balról jobbra olvasható. A tömbvázlatot az objektum általános felépítésének bemutatására használjuk.



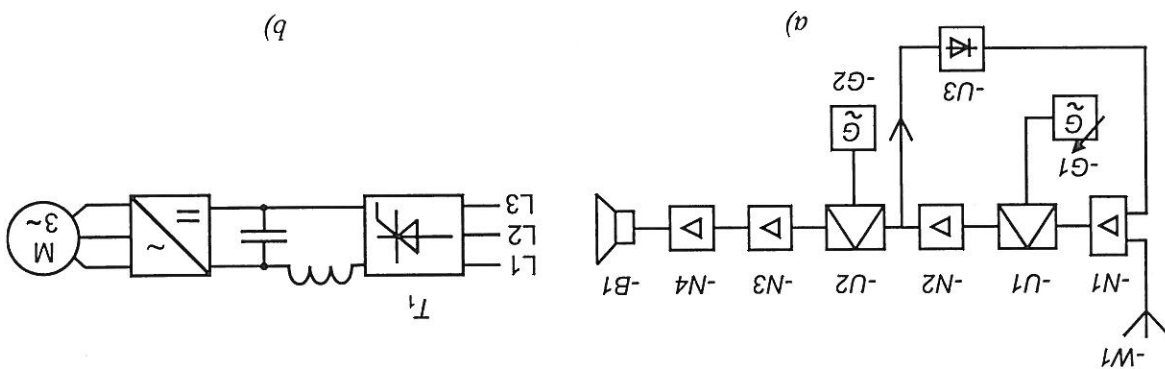
2.3. ábra. Példa tömbvázlatra
a) digitális feszültségmérő



2.3. ábra folytatása. Példa tömbvázlatra
b) hengermű

Elvi rajz

Lényegében a tömbvázlat speciális változata, amelyben a négyeszőgek (és a beléjük írt jellemzők) helyett szabványos rajzjeleket alkalmazunk. Az objektum működési elvét ismertető, a berendezés minden elemét és azok kapcsolatait tartalmazó egyvonalas rajz (2.4. ábra). Az elvi rajz a tömbvázlatnál részletesebb, az egyes funkcionális egységeket szimbolikusan jelölő rajz.



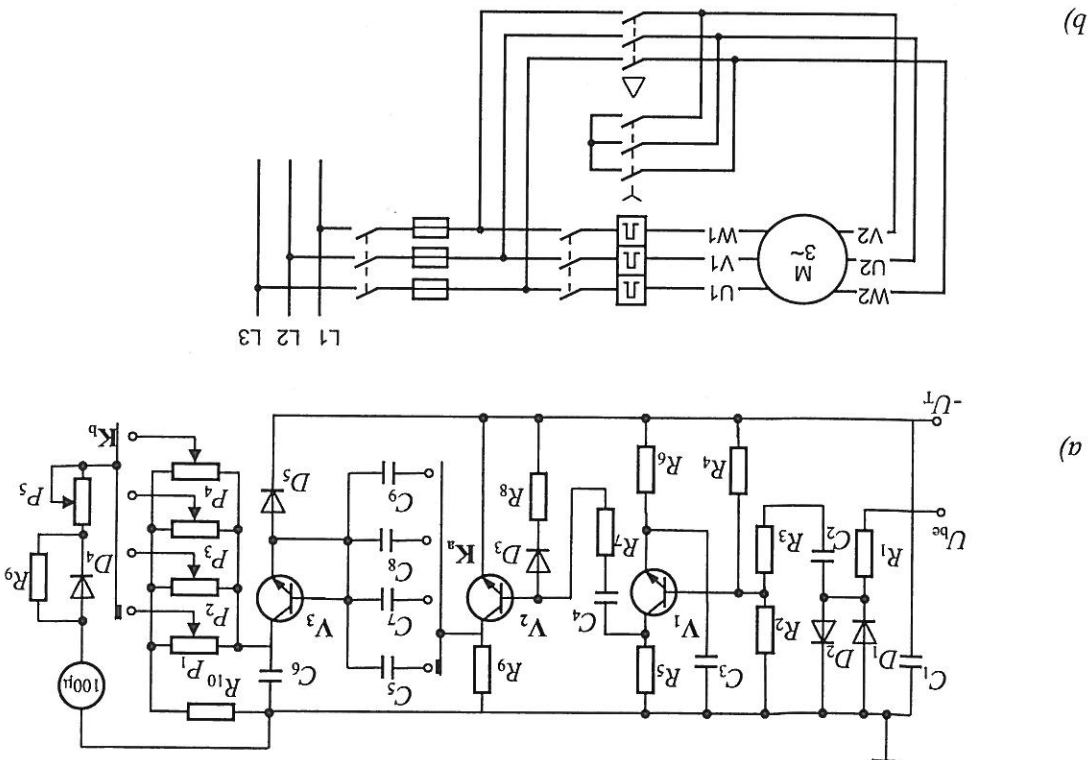
2.4. ábra. Példa elvi rajzra
a) rádióvevő-készülék; b) aszinkronmotor fordulatszám szabályozása frekvenciaváltóval

Általános kapcsolási vázlat (kapcsolási rajz)

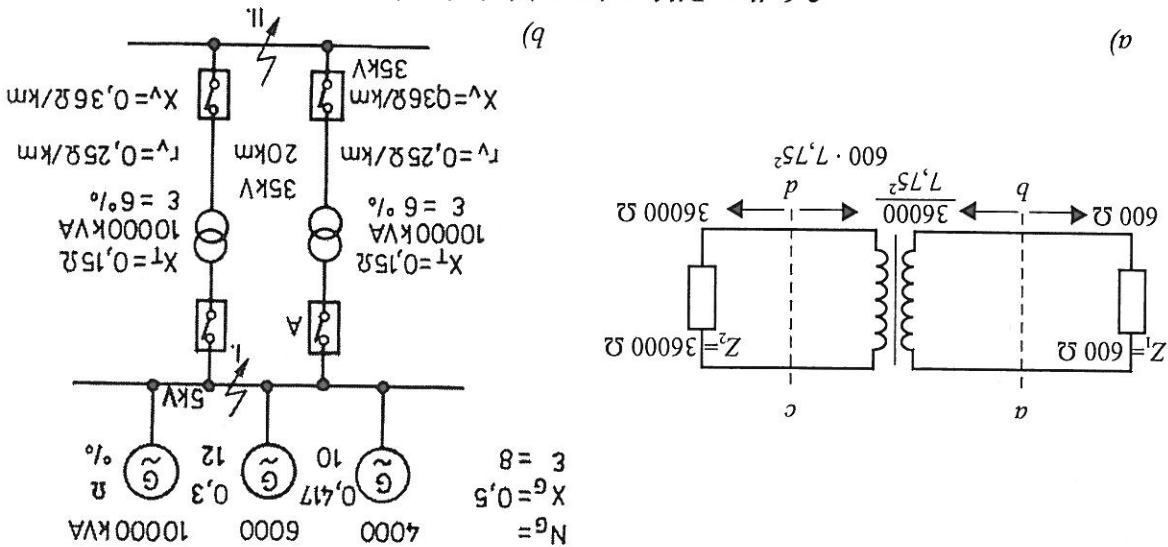
Az objektumban vagy annak egyes részeiben lezajló folyamatokat rajzjelekkel leíró rajz, amelyen végigkövethető a berendezés működése (2.5. ábra). A működési vázlat az objektum elméleti (ideális) működését írja le, és nem veszi figyelembe a megvalósítást, ill. az annak során fellépő hatásokat.

Az objektum funkcionális részének és azok jellemzőinek elemzéséhez, mértezéséhez, kérésített részletrajz vagy vázlat (2.6. ábra). A mértezési részletrajz általában a mértezéshez szükséges adatokkal kiegészített kapcsolási rajz. Ez a kapcsolási rajz a szükséges információkkal kiegészített szokásos rajzlelekből (az ún. tervlelekből) áll (2.7. ábra).

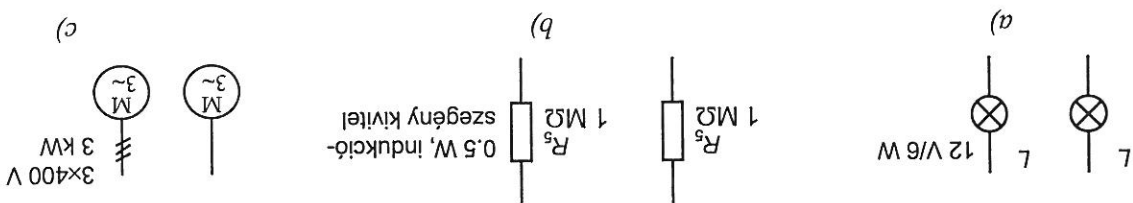
2.5. ábra. Példa kapcsolási vázlatra
(a) elektronikus feszültségmérő; b) villamos motor csillag-delta átkapcsolása



2.6. ábra. Példa mértezési részletrajzra

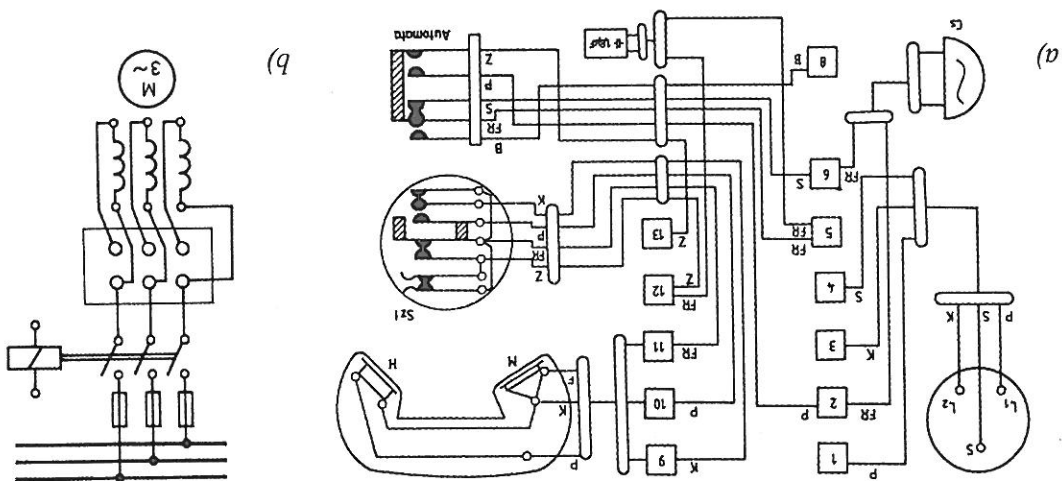


2.7. ábra. Rajzjelek és a tervjelek



Elvi huzalozási (kábelezési) rajz

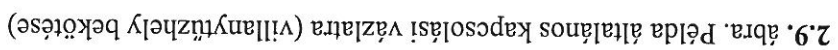
Az objektumot alkotó részegységek csatlakozásait, a vezetékeket, kábeleket, ill. kábelkötegeket és azok csatlakoztatási pontjait megadó rajz (2.8. ábra).



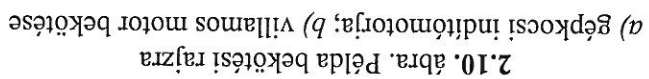
2.8. ábra. Példa elvi huzalozási rajzra
a) távbeszélő-készülék; b) villamos motor bekötése

Általános kapcsolási vázlat

A részegységek elemeit és az üzemeltetés helyén a köztük lévő kapcsolatokat bemutató rajz (2.9. ábra). Általában nem (vagy csak részben) szabványos rajzjeleket használ, és főleg háztartási villamos készülékek, ill. szórakoztató elektronikai berendezések rajzai készülnek így.



Az objektum külső csatlakozásainak rajza (2.10. ábra).



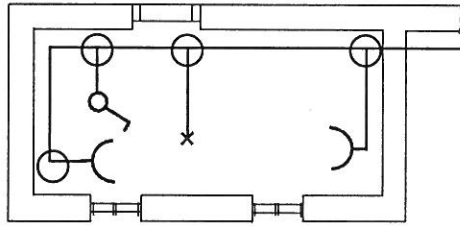
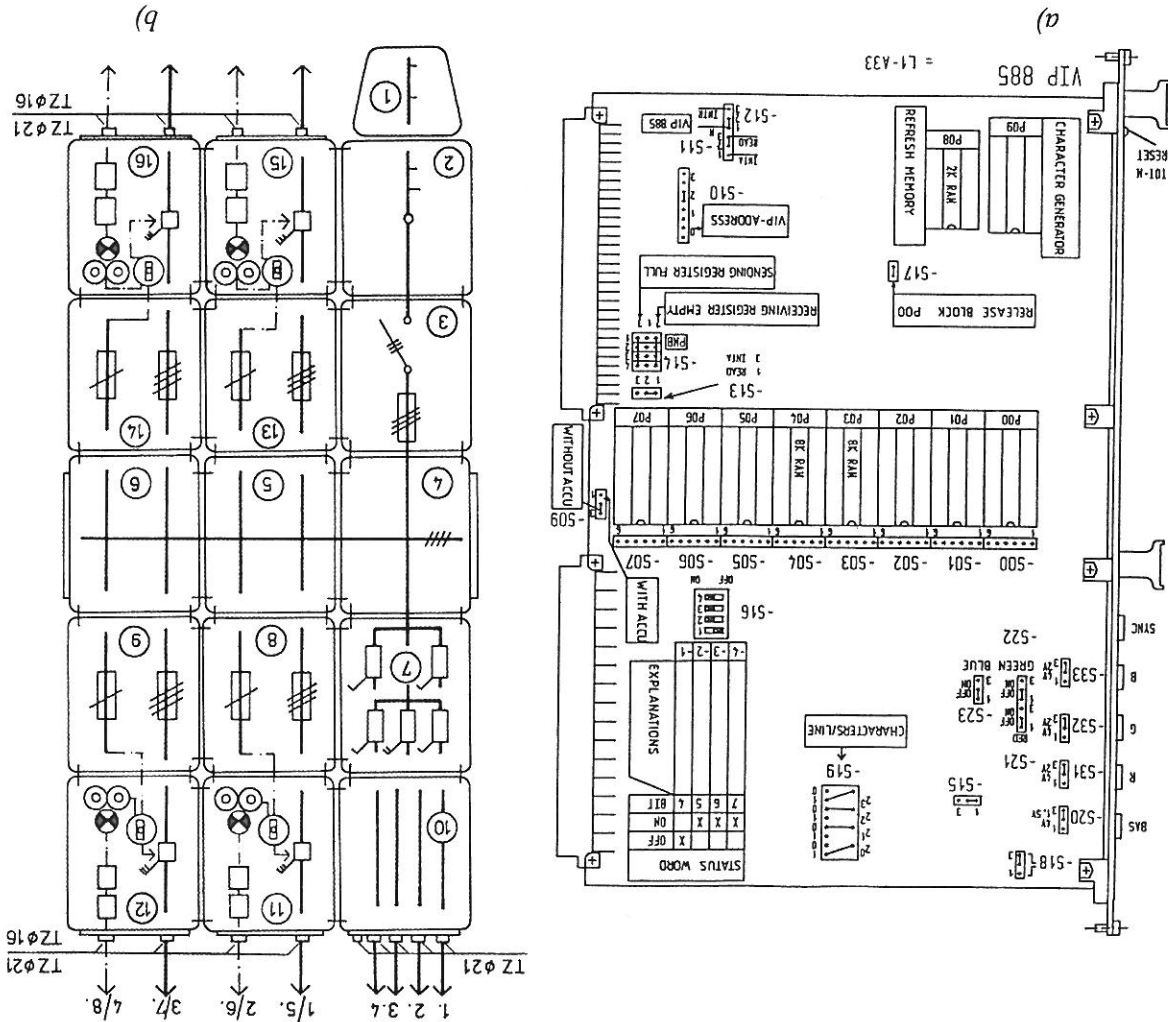
Az objektumot alkotó elemek vagy részegységek viszonylagos elhelyezését mutató, szűkség esetén a villamos kapcsolásokat is tartalmazó rajz (2.11. ábra). Gyakran egyesítik a szerelési rajzzal, mint pl. a 2.11.b) ábra esetén.

2.11.b) ábra esetén.

Szerelési rajz

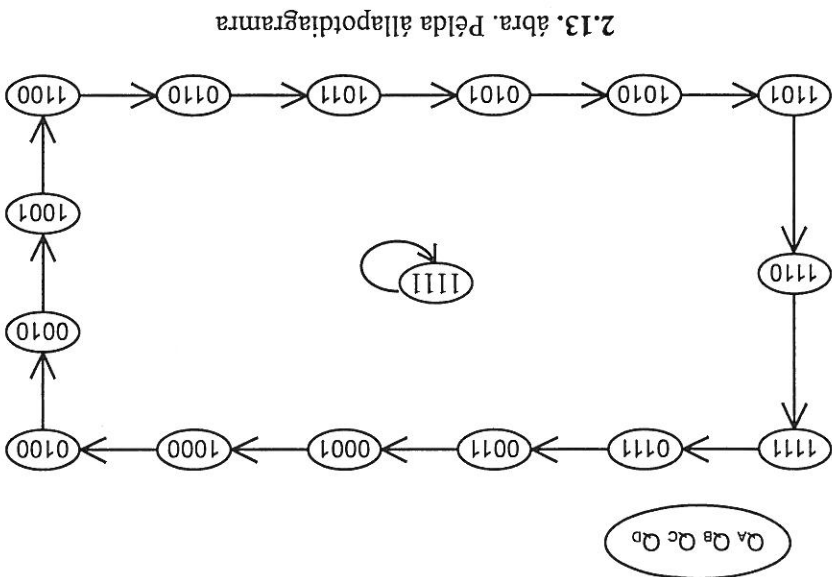
Az objektum elemeinek vagy részegységeinek elhelyezkedését meghatározó, szükség esetén a villamos kapcsolatokat is tartalmazó rajz 2.12. ábra).

2.12. ábra. Példa szerelési rajzra (lakóvilágítás)

2.11. ábra. Példa elrendezési rajzra
a) egy szabályozórendszer kártyája; b) betáplálás

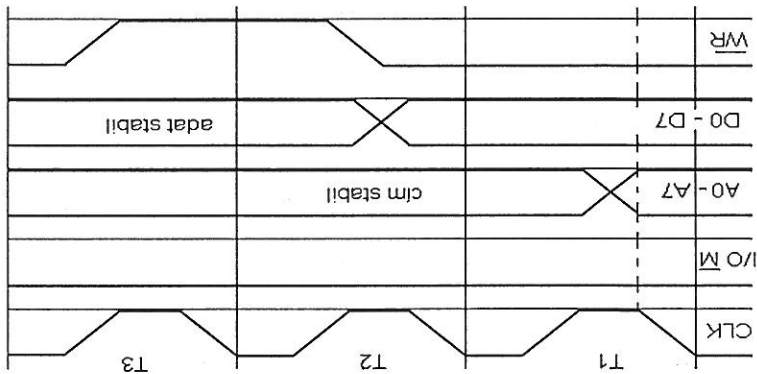
Állapotdiagram

Irányítási rendszer vagy áramkör egyes működési állapotait, azok sorrendjét és az állapotváltások feltételeit tartalmazó diagram vagy esetleg táblázat (2.13. ábra). Az állapotdiagram általában a tömbvázlat, elvi rajz vagy működési vázlat kiegészítése, és főleg a sorrendi digitális rendszerek, ill. számítógépes rendszerek működésének leírásához szükséges információkat tartalmazza.



Idődiagram

Az objektum egyes elemeinek, ill. részegységeinek, valamint azok jeleinek időbeni viszonyait leíró diagram. Főleg a digitális és számítógépes rendszerek leírásában van jelentősége (2.14. ábra).



Nyomatott áramköri (NVÁK-, fólia-) rajz

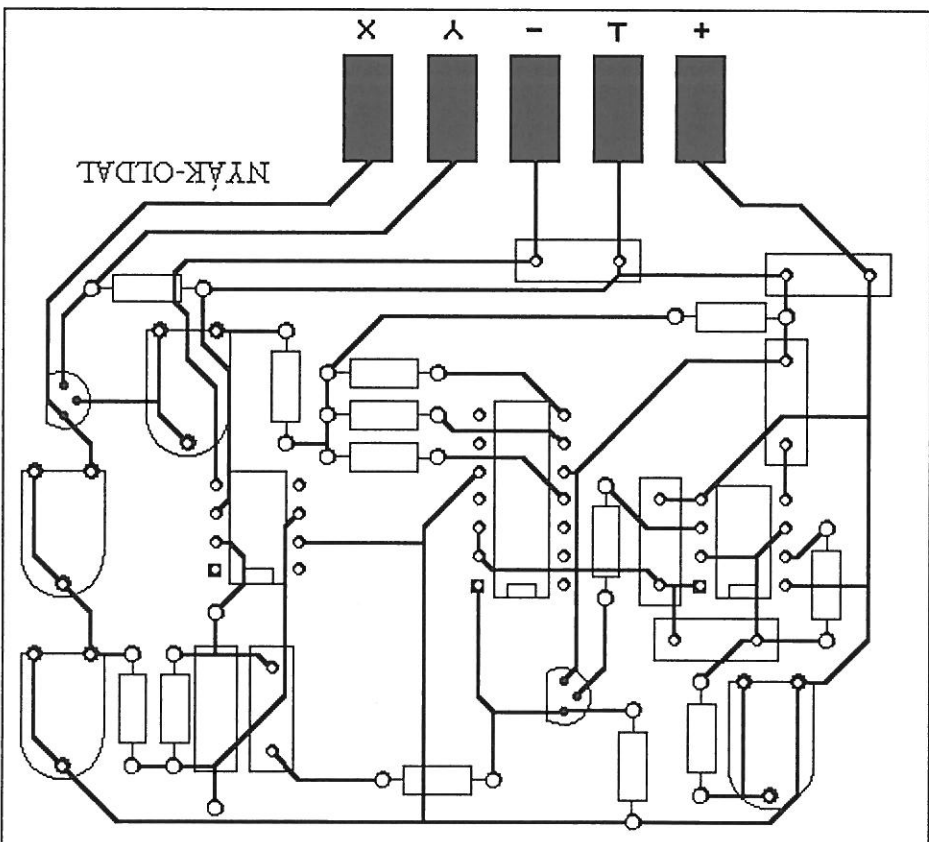
Jellegezetesen gyengeáramú berendezéseknél alkalmazzák a nyomtatott áramköri (NVÁK) technológiát. A nyomtatott áramkörök korábban (és prototípus vagy egyedi gyártás esetén még ma is) manuálisan, újabbban számítógépes tervezőrendszerrel állíthatók elő. A korszerű nyomtatott huzalozású rendszerek többrétegűek, és a rajz az egyes rétegeket vezetőit tartalmazza.

A nyomtatott áramköri kártyák rajzi dokumentációja

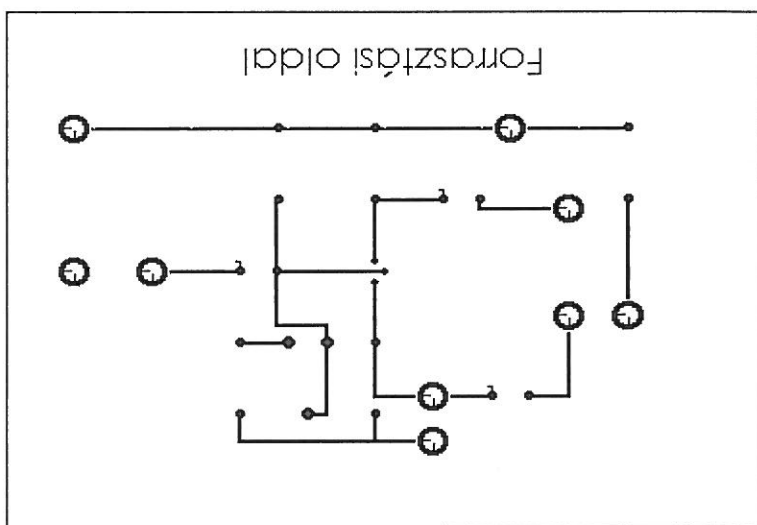
- a mesterrajzból (főlarajzból),
- a furatozási rajzból,
- a kivágási (bemetszési) rajzból,
- a felirati rajzból és
- a beültetési rajzból áll.

A mesterrajz a vezető fóliacsíkok méretarányos rajza. A furatozási rajz az alkatrészek szereléséhez szükséges furatok helyét, a kivágási rajz a kártya beépítéséhez, ill. nagyobb szerelvények elhelyezéséhez szükséges kivágásokat meghatározó rajz (ez utóbbi két rajz helyett a korszerű számítógépes tervezőrendszerek már közvetlenül a CNC megmunkálógépek programját állítják elő), a felirati rajz a kártyára szitanyomással felkerülő szimbólumok, feliratok rajza. A 2.15. ábrán manuálisan és számítógépes tervezőrendszerrel előállított főlarajzok láthatók.

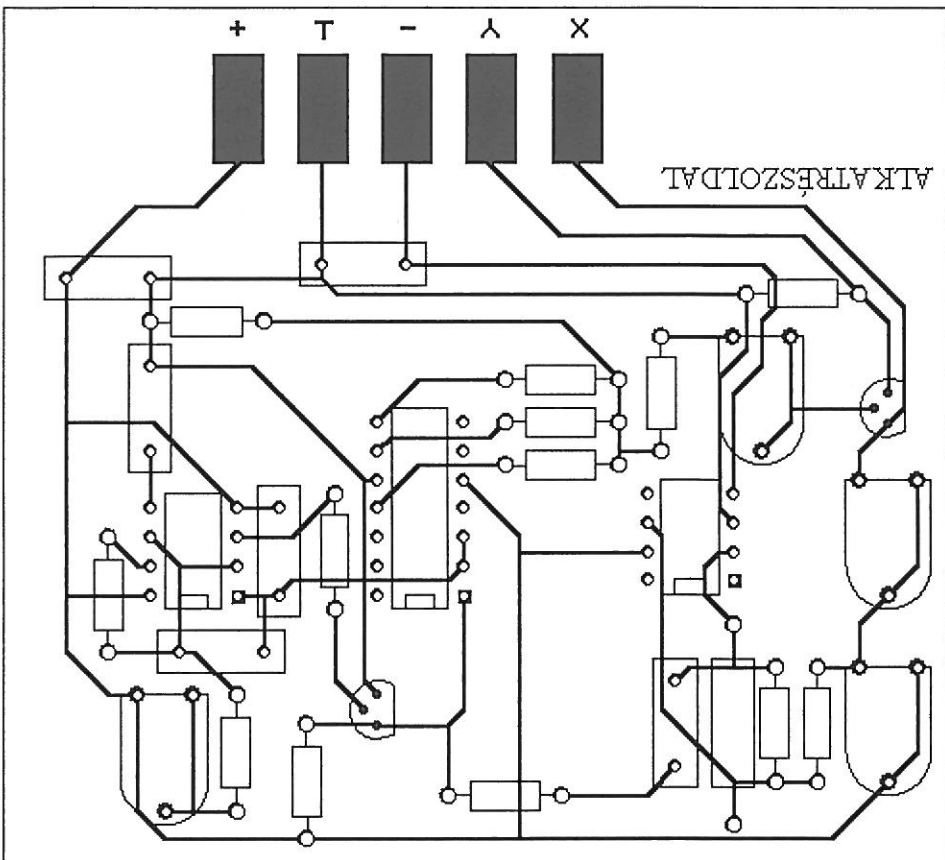
A beültetési rajz a vezetőfóliát tartalmazó oldalal áttekinthető oldal rajza, amelyen egyszerűsített körvonalrajzzal vagy rajzjelképekkel szemléltetik az egyes alkatrészek elhelyezését és kivételéseik kapcsolódási pontjait (2.16. ábra). A beültetési rajz sok esetben szimbolikusan tartalmazza a vezetőfóliákat is, és szükségsszerűen tükrösképe a főlarajznak.



2.15. ábra. Példa NYÁK-rajzra
a) számítógépes tervezőrendszerrel előállítva



2.15. ábra folytatása. Példa NYÁK-rajzra
b) manuálisan előállítva



2.16. ábra. Példa nyomtatott áramkör beültetési rajzára

2.2. A különféle rajzfajták kapcsolata

Az előzőekben felsoroltakon kívül egyes szakterületeken speciális rajzfajtákat (dokumentációkat) is használnak.

Ha az objektum (villamos berendezés) minden tulajdonsága nem adható meg az ismertett rajzfajtákkal, akkor más rajzfajták is létrehozhatók, ill. gyakori, hogy az egyes rajzfajtákat kombinálják (pl. elrendezési és szerelési rajz, kapcsolási és tervrajz stb.).

Egy objektum leírására általában több rajzfajtát használunk, amelyek az elkészítésük sorrendjében és egymáshoz való kapcsolatukban is hierarchikus rendszert alkotnak. Az egyes rajzfajták kapcsolatát és elkészítésük sorrendjét, ill. felhasználási területét a 2.1. táblázatban tekinthetjük át.

A rajzfajták keletkezése és kapcsolata.

2.1. táblázat

A rajz keletkezése, felhasználása	A rajz fajtája	A készítéséhez használt rajzfajták
Tervezés	1. Tömbvázlat 2. Elvi rajz 3. Kapcsolási rajz (működési vázlat)	Tömbvázlat Tömbvázlat, elvi rajz Kapcsolási rajz
Gyártás, kivitelezés	5. Elvi huzalozási (kábelezési) rajz 6. Általános kapcsolási vázlat 7. Bekötési rajz 8. Elrendezési rajz 9. Szerelési rajz 10. Állapotdiagram 11. Idődiagram 12. Nyomtatott áramköri rajzok	A tervezési fázisban készült dokumentumok
Beállítás, ellenőrzés, üzemeltetés, javítás	A tervezési és gyártási fázisban használt dokumentumok, szükség szerint	

Ellenőrző kérdések

1. Mi a különbség az egyvonalas és többvonalas kapcsolási rajz között?
2. Mi a különbség a topológikus és funkcionális rajz között?
3. Mit ábrázol a tömbvázlat és az elvi rajz? Miben különböznek?
4. Milyen információkat tartalmaz a kapcsolási rajz?
5. Milyen kiegészítő információkat tartalmaz a méretezési részletrajz?
6. Hol használják az általános kapcsolási vázlatot?
7. Milyen típusú rajz a szerelési rajz?
8. Milyen rajzalkból áll a nyomtatott áramkörök rajzdokumentációja?
9. Mit jelent a rajzok hierarchikus rendszere?

3. A VILLAMOS RAJZOK KÉSZÍTÉSÉNEK SZABÁLYAI

3.1. Vonalak, szövegek

A villamos rajzok kialakításának szabályait elsősorban az MSZ ISO 5457:1992 szabvány határozza meg, és az alapvető rajzolóási szabályok (a rajzok mérete, vonalvastagságok, szövegméző, olvashatóság stb.) a Tankönyvmester Kiadó: A műszaki rajz alapjai. *Sikmértan* c. tankönyvben található meg. Ezeket a szabályokat itt csak vázlatosan tekintjük át, ill. néhány speciális, csak a villamos rajzokra vonatkozó szabályt ismertetünk.

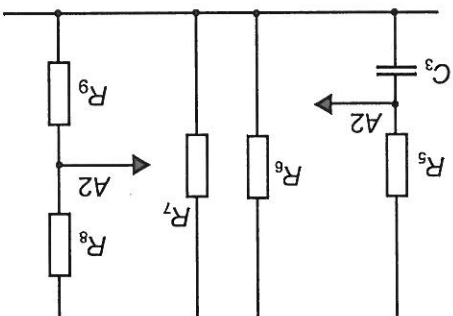
A villamos rajzokon szövegeket és a műszaki rajzban megszokott vonalakat használunk. A gyakorlatban a rajzon normál és kiemelt méretű szövegek (rajzfelíratok, méretadatok) fordulhatnak elő. A szöveg betűinek mérete a 2,5 – 3,5 – 5,0 – 7,0 mm sorozatból választható (összhangban a vonalvastagságokkal), és a kiemelt szöveg betűmérete mindig egy fokozattal nagyobb a normál betűméreténél. Az új rajzszabvány szerint a rajzon az egyes elemeket kétféle vonalvastagsággal (a harmadik a kiemelés) rajzoljuk. A vonalakat a 0,18 – 0,25 – 0,35 – 0,50 – 0,70 – 1,00 – 1,40 – 2,00 mm sorozatból választjuk. A rajzon használt vékony és vastag vonal szélességének aránya min. 2:1, tehát pl. megengedett a 0,25 – 0,50, vagy 0,70 – 1,40 mm-es vonalak alkalmazása. A kiemelés vonalvastagsága nagyobb, mint a vastag vonalé. Néhány rajzszokszorosító, ill. ábrafeldolgozó rendszerrel nehézséget okoz a 0,18 mm-es vonalak kezelése, ezért a szabvány ezek használatát nem támogatja (de nem is tiltja). Az egyes vonalfajták alkalmazását a 3.1. táblázat tartalmazza.

Villamos rajzokon alkalmazott vonalfajták. 3.1. táblázat

Vonalfajta	Vékony vonal	Vastag vonal	Felhasználási terület
	Kiemelt vonal	Kiemelt vonal	
Folytonos egyenes vonal	Az áramkörök és a kábelvezetés (vezetékek) elvezetése, funkcionális zóna, fő áramkörök, többmodulos részegységek, áramkörök	Funkcionális kapcsolások, áramkörök, elosztó vezetékek, kábel- és vezetékek, modulok	Folytonos nem egyenes (tört) vonal
Polytonos nem egyenes vonal	Mechanikai kapcsolatok		Szagatott vonal
Pontvonal	Egységek, funkcionális csoportok kiemelése	Elsődleges függvénykapcsolat diagramon	Pontsorvonal
	Elemek vagy áramkörök ismétlődése vagy folytatása más helyen		

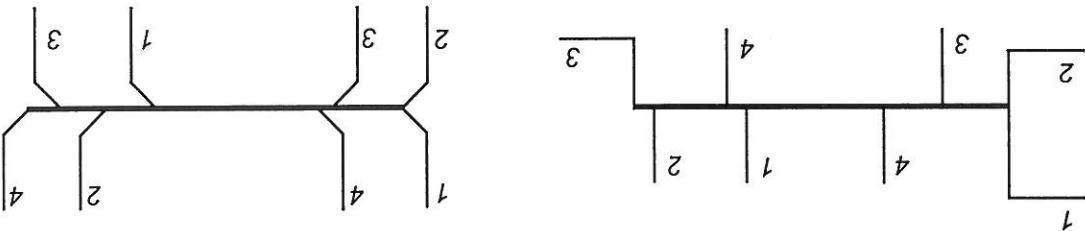
3.2. A vezetékek rajzolási szabályai

A rajz a vezetékekkel összekapcsolt elemekből álló berendezést vonalakkal összekapcsolt rajzjelekkel ábrázolja. A rajzjeleket összekötő vonalak vízszintes vagy függőleges elhelyezések lehetnek (a hosszabb ferde vonalakat kerülni kell). A vonalakat minél kevesebb töréssel és keresztezéssel kell megrajzolni. A nagyobb távolságot áthidaló vonalak helyett használhatunk megszakított vonalakat. A megszakított vonal végére nyílat rajzolunk és egy betű vagy betű-szám kombinációval azonosítjuk, ami utal a folytatás helyére (ami a rajz egy távolabbi részén vagy másik rajzon is lehet) (3.1. ábra).



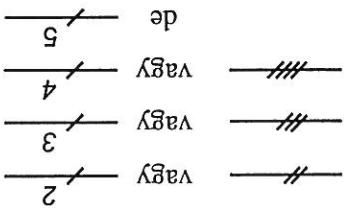
3.1. ábra. Példa megszakított vonalra

Több, egymás mellett futó vezeték összevonható egyetlen vonalba (csoportba). A kábelezési (vezetékezési) rajzon a vezetékeket, kábeleket és kábelkötegeket önálló vonalakkal kell rajzolni, de az egy irányba haladó vezetékek egy vonalban egyestíthetők (csoportos vezetékek). A csoportos vezetékek vonalát (amit jelölhetünk vastag vonallal is, l. a 3.1. táblázatot) a csatlakozás előtt önálló vonalakra kell bontani. A rajzon az összevonandó vezetékek az összevont (csoportos) vezetékekhez derékszögben vagy 45 fokos töréssel kapcsolódhatnak (3.2. ábra). A vezetékeket az összevonás, ill. szétbontás helyén jelölni (sorszámozni) kell. A jelölés betűkből vagy számjegyekből (ill. ezek kombinációjából) állhat.



3.2. ábra. Példa csoportos vezetékek rajzolására

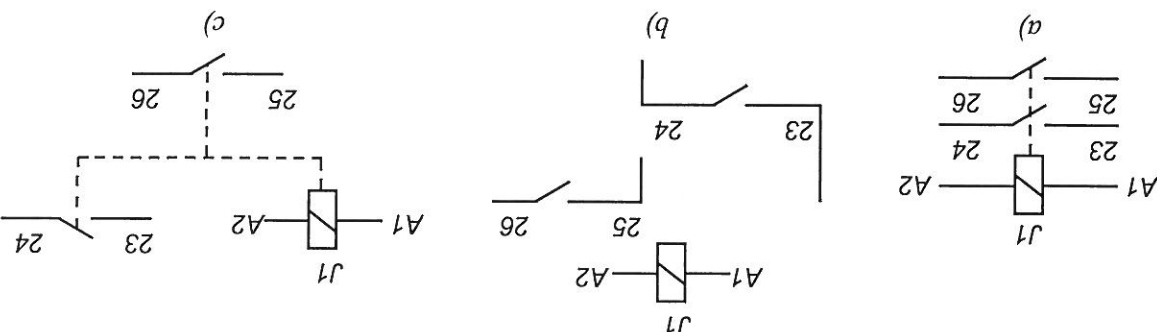
A csoportos vezetékek alkalmazásának speciális esete az egyvonalas ábrázolás, ahol az egy irányba futó, azonos hosszúságú, párhuzamos vezetékeket fogjuk össze egyetlen vonalba. Ebben az esetben az összevont vezetékek vonalainak számát 45 fokos keresztező vonalakkal és a mellé írt számmal jelöljük (2 – 4 vezeték esetén megengedett a 2 – 4 keresztező vonalra alkalmazása is). A jelölésmód a 3.3. ábrán látható.



3.3. ábra. Példa csoportos vezetékek jelölésére

3.3. Az alkatrészek ábrázolásának általános szabályai

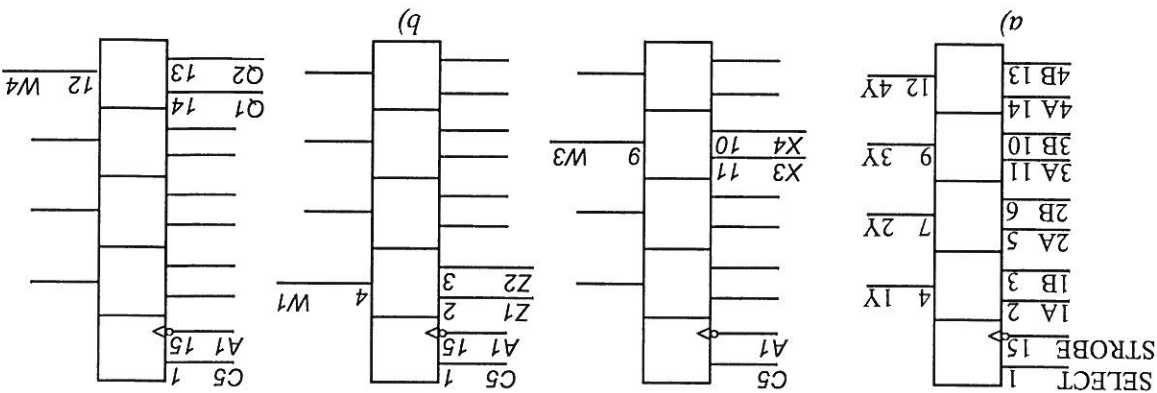
A berendezés egyes elemeit szabványos rajzjelekkel ábrázoljuk. A rajzjelekből felépített összetett egységek (részegységek, funkcionális elemek) funkcionálisisan kapcsolódó alkotórészeit koncentráltan, elszórtan vagy félig elszórtan ábrázolhatjuk. Koncentrált ábrázolásban az alkatrész összes alkotóelemének rajzjele együtt van, függetlenül az egyes elemek kapcsolatában betöltött szerepétől. Az elszórt ábrázolás az egyes alkotóelemek rajzjele azon a helyen van, ahol a hatását kifejti. A félig elszórt ábrázolás a koncentrált és elszórt ábrázolás kombinációja. Az egyes ábrázolásmódokat egy két érintkezős jellegű esetén a 3.4. ábrán láthatjuk.



3.4. ábra. Példa jellegű ábrázolására
a) koncentrált; b) elszórt és c) félig elszórt

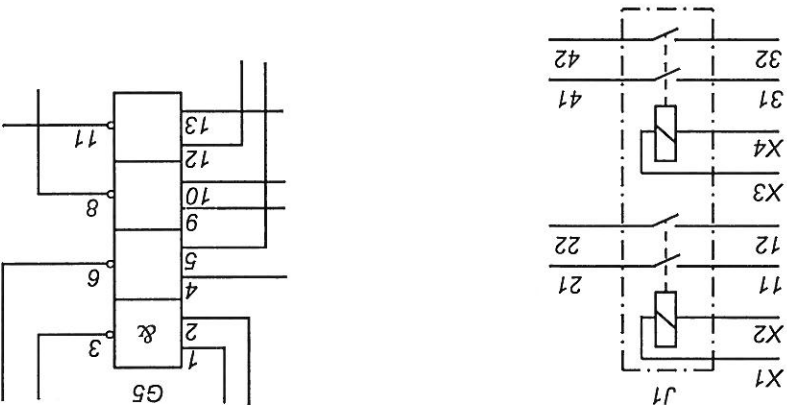
A mechanikai kapcsolatot jelölő szaggatott vonalat csak az elszórt ábrázolásnál rajzoljuk meg. Az elszórt és félig elszórt ábrázolásnál fontos az egyes elemek egyértelmű azonosítása (az ábrán az egyes vezetékeket a számozás jelöli, a jellegű pedig a J1 jel).

Főleg digitális áramkörök esetén gyakori a több azonos, egymástól független, de közös vezérlőegységgel működtetett elemekből álló alkatrész (pl. számláló, multiplexer stb.). Az ilyen alkatrészek egyes elemeinek felhasználási helyén a teljes alkatrészt lerajzoljuk, de a kapcsolásban csak a megfelelő elem jelenik meg (ún. ismételt ábrázolás). Erre láthatunk példát a 3.5. ábrán. A 3.5.a) ábra négy, egyenként kétbemenetű demultiplexert tartalmazó integrált áramköröket (pl. SN 74157) ábrázol. A 3.5.b) ábrán az egyes elemek felhasználása látható a rajz (kapcsolás) különböző helyein. A közös vezérlővonalak megszakított vonalként ábrázolhatók, ami javítja a rajz áttekinthetőségét.



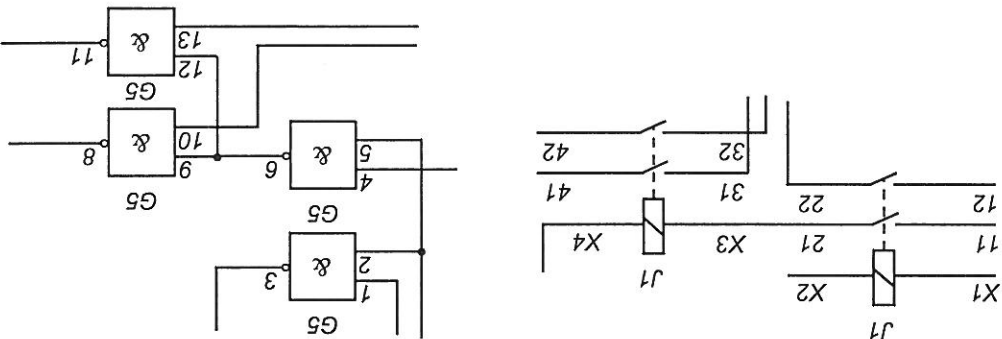
3.5. ábra. Példa alkatrész ismételt ábrázolására
a) a tok funkcionális rajza; b) az egyes áramkörök ábrázolása

A funkcionálisan független elemekből álló alkatrészek (közös tokban elhelyezett azonos elemek) csoportosan vagy elosztva ábrázolhatók. A csoportos ábrázolás esetén a közös egységet alkotó elemek rajzjeleit pontvonallal egy egységbe foglaljuk vagy (tipikusan logikai elemek esetén) egymáshoz illesztjük. Erre a 3.6. ábrán láthatunk példát.



3.6. ábra. Példa független elemek csoportos ábrázolására

Az elosztott ábrázolásnál az egyes elemek rajzjele a felhasználás helyén jelenik meg, és csak jelöljük az összetett alkatrészhöz tartozást. Erre a 3.6. ábrán található alkatrészekkel a 3.7. ábrán láthatunk példát.

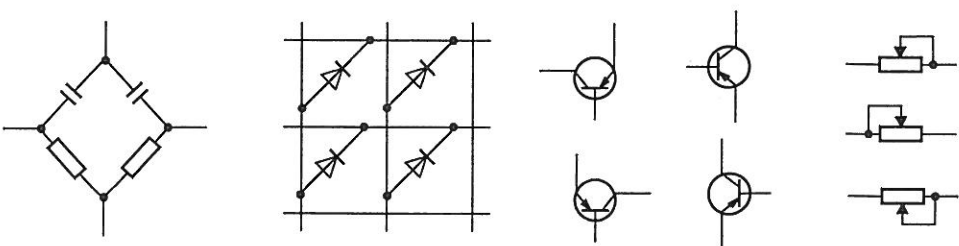


3.7. ábra. Példa független elemek elosztott ábrázolására

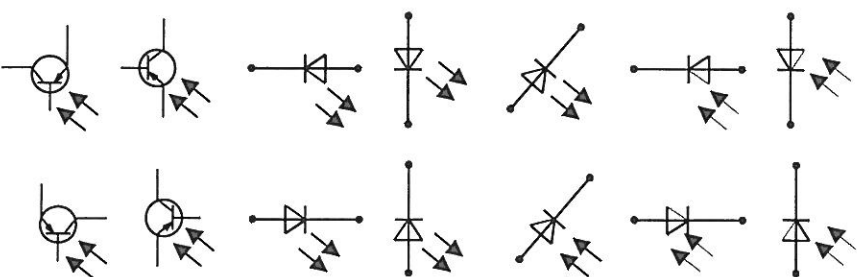
A rajzjelek jelentését a mérnök nem befolyásolja. A rajz áttekinthetősége, jobb érthetősége érdekében a rajzjelek mérete arányosan növelhető vagy csökkenthető. Egy rajzon belül az azonos alkatrészek rajzjelei lehetőleg azonos méretűek legyenek.

A rajz áttekinthetősége érdekében minden rajzjel, rajzjelelem (vonal, pont) középpontjai közötti távolság az alkalmazott vonalvastagság háromszorosa (a gyakorlatban min. 0,8 mm) legyen. A rajzjelek 90 vagy 180 fokkal elforgathatók vagy tükrözhetők, ha a vonatkozó szabvány másképpen nem rendelkezik. Az áramkör vagy alkatrész működésének szemléltetése érdekében megengedett a rajzjelek 45 fokos elforgatása is. Néhány erre vonatkozó példa a 3.8. ábrán látható.

Fontos szabály, hogy optoelektronos eszközök (fotodióda, fototranzisztor, LED stb.) rajzjeleinek elforgatása esetén nem változhat meg a sugárzás jelképének rajzlap kereteihez viszonyított helyzete. A megengedett elforgatásokra láthatunk példát a 3.9. ábrán.

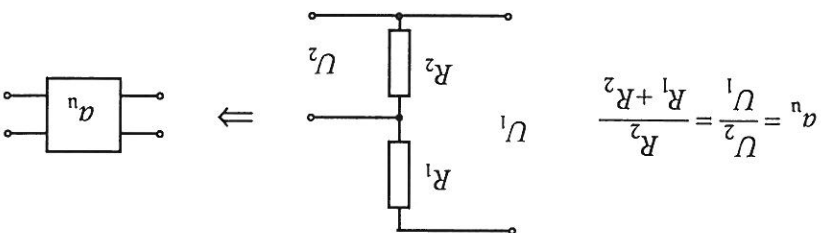


3.8. ábra. Példák a rajzjelek elforgatására



3.9. ábra. Példa optoelektronikus rajzjelek elforgatására

A rajzok többségénél elegendő a szabványban megadott rajzjelek alkalmazása, de ha nincs az adott funkciót leíró rajzjelünk, akkor a hasonló funkciójú rajzjel felhasználásával új rajzjelet is képezhetünk. Az új rajzjel nem egyezhet meg egy szabványos rajzjellel sem, és a szabad rajzterületen elhelyezett jelmagyarázattal pontosan definiálni kell a funkcióját, ill. jellemzőit (3.10. ábra).



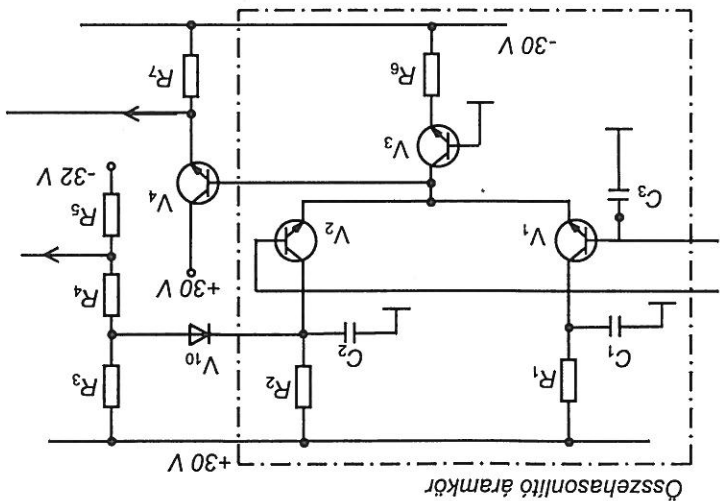
3.10. ábra. Példa új rajzjel definiálására

A rajzon a funkcionális összerendező részek vékony pontvonalas keretbe foglalva kiemelhetők (3.11. ábra). A keret lehetőség szerint szabályos négysszög legyen. Ilyen kiemelt rész lehet pl.

- a meghatározott területre, berendezésre tervezett egység,
- a funkcionális egység,
- a külön rajzon, részletrajzon ábrázolt egység vagy részegység,
- egyes alkalmazások esetén megszüntetendő vagy bővítésként beiktatható egység vagy részegység.

A rajzon szöveges tájékoztató adatsoportok (információk) helyezhetők el a tartalmuktól és rendeltetésüktől függetlenül.

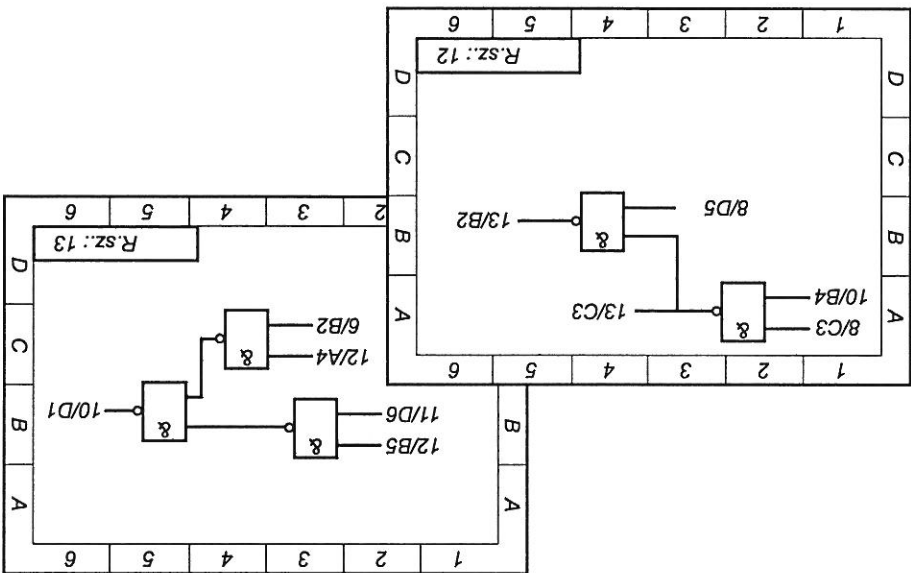
- a rajzjelek mellett,
- a rajzjelek béli,
- a vonalak felett,
- a vonalak megszakításában,
- a vonalak végződésénél vagy
- a szabad rajzmezőben.



3.11. ábra. Példa funkcionális egység kiemelésére

3.4. Rajzok, rajzelemek jelölése

A rajzok kialakítási szabályait tartalmazó MSZ ISO 5457 sz. szabvány a rajzokon ábrázolt elemek azonosíthatósága érdekében előírja, hogy a rajzot (a térképekhez hasonló módon) rácshálózattal kell felosztani. A rácshálózat kezdőpontja a rajz bal felső sarkában van (de a szabvány megengedi azt is, hogy az origó a jobb alsó sarok legyen). A hálózat sorait betűkkel, oszlopait arab számokkal jelöljük. A rajzodokumentáció általában több rajzból áll, amelyeket egyértelmű azonosítószámmal kell ellátni. Az azonosítószámok alkossanak folytonos, logikai sorozatot (pl. nem megengedett számok kihagyása). Az egyes rajzokon lévő elemekre a rajz száma és az elem rácshálózaton belüli helye alapján hivatkozhatunk.



3.12. ábra. Példa kapcsolódó vonalak jelölésére a rajzokon

A módszer alkalmazható a más rajzlapon folytatódó vagy onnan érkező vezetékek azonosítására is. Ez egy bonyolult rajz esetén áttekinthetetlené válhat). A jelölésmódra a 3.12. ábrán láthatunk példát.

A rajzszám és a rajzon lévő rácshálózat az egyes rajzelemek térbeli (rajzbeli) azonosítását teszi lehetővé. Összetett objektumok (rendszer) rajzdokumentációja esetén egy másik azonosítási módszert is alkalmaznak, ami az elem rendszeren belüli funkcionális helyére utal. Az azonosítási módszer az objektum tömbvázlatán és a rajzok hierarchiáján alapul. Az objektum alapvető rajza a néhány fő egységet tartalmazó tömbvázlat, amit a fő egységek további részekre bontásával létrehozott tömbvázlata részletez. Ezeket a részeket egyre tovább bontják, és a sor végén az egyes funkcionális egységek rajzai állnak. Az egyes fő egységeket betűkből és számokból álló névvel azonosítják. A megnevezés (ún. tervjel) előtt álló ún. csoportosító kód jelöli ki, hogy az ábrázolt egység a rendszeren belüli melyik szinten helyezkedik el. A gyakorlatban használt csoportosító kódok és jelentésük a következő:

= főcsoport,
 ≠ működési csoport,
 – alkatrész.

A megnevezés előtt még két további csoportosító kód állhat.
 : kód a villamos csatlakozó kapcsolcsra utal,
 + a szerkezeti helyet (ahol a hivatkozott elem megtalálható) jelzi.

Mindezek alapján egy rendszer tömbvázlatában megtalálható pl. a GEP8 elem, aminek részletei a rajzokon pl. a =GEP8A, =GEP8B, =GEP8C stb. jelöléssel (mint főcsoport) szerepelnek. Ennek részei az =GEP8A1, ≠GEP8A2, ≠GEP8A3 stb. működési csoportok. A hierarchia legalsó szintjén helyezkednek el a –GEP8A1R1, –GEP8A1R2, –GEP8A1R3 jelű alkatrészek és pl. a –GEP8A1R1:A3 villamos csatlakozó pont.

Ez a jelölési mód rendkívül összetett és csak nagy rendszerek esetén indokolt, de ilyen rendszereknél viszont általános szabályokat nehéz felállítani. A szabvány a jelölési rendszerre csak iránymutatást ad, annak konkrét kialakítása a rendszer komplexitásától függ (egy teljes erőmű dokumentációjában alkalmazott jelölérendszer nyilvánvalóan értelmelen lenne egy sztereoeorvosító esetén használni), és a hangsúly a jelölések egyértelműségén van. Ez azt jelenti, hogy egy rajzról mindig el kell tudnunk dönteni, az melyik főcsoportba és azon belül melyik működési csoportba tartozó egység rajza.

Ellenőrző kérdések

1. Hányféle vonalvastagságot használunk a villamos rajzokon, és milyen szabályok szerint választhatjuk meg azokat?
2. Mit rajzolunk vékony vonallal?
3. Mit jelöl a vékony szaggatott vonal?
4. Milyen méretű betűket használunk a villamos rajzokon?
5. Hogyan jelöljük a vezetékek megszakítását a rajzon? Mutassunk rá példát egy vázlatrajzon!
6. Mikor és milyen szabályok szerint vonhatók össze csoportba a vezetékek? Mutassunk példát az vezetékek csoportos ábrázolására egy vázlatrajzon!
7. Mit jelent az alkatrészek koncentrált, elszórt és félig elszórt ábrázolása? Mutassunk példát az egyes ábrázolási formák alkalmazására!
8. Mikor használjuk az alkatrészek ismételt ábrázolását? Mutassunk példát az ismételt ábrázolásra!
9. Milyen szabályok vonatkoznak az alkatrészek rajzjeleinek elforgatására?
10. Hogyan lehet új rajzjelet definiálni?
11. Több rajzból álló dokumentációban milyen szabályok szerint adhatjuk meg az egyes rajzok közötti kapcsolódásokat?

A következőkben alkalmazási területenkénti bontásban ismertetjük a villamos rajzokon használt legfontosabb rajzjeleket. Az elektrotechnika, elektronika, villamosságban összesen az MSZ IEC 617-1 – 617-13 szabványokban található meg. A következőkben a gyakorlatban leginkább használt, a rajzok olvasásához, értelmezéséhez, ill. vázlatrajzok készítéséhez nélkülözhetetlen jeleket tartalmazza. Az egyes rajzjelcsoportok esetén tájékoztató jelleggel megadjuk a szokásos méreteket is. Az egyes csoportokban a rajzjelek alapelvelemből és kiegészítő elemekből állnak, és az összetett funkciójú egységek jelölésére egy alapelem több kiegészítő elemmel is kombinálható.

4.1. Vezetékek

Megnevezés	Rajzjel	Megnevezés	Rajzjel
Vezeték általában		Flexibilis vezetékek	
Gyújtósín, -vezetékek		Sodrott vezetékek n érből	
Energia vagy jel iránya		Elektrosztatikus és elektro-mágneses ármegkötés	
Vezetékek összefutása gyűjtővezetékbe, ill. szétágazása		Ármegkötött vezetékek	
Vezetékek vonalának törése		Ármegkötött vezetékek csatlakozása	
Csatlakozó vezetékek		Ármegkötés tesztelése és földelése	
Nem csatlakozó vezetékek		Védővezető	
Több vezetékek jelölése		Vezérlő-, jelző-, mérővezetékek	
Két- és n-vezetékes kábel		Telefonvezetékek	

4.2. Áramforrások

Megnevezés	Galvánelem vagy akkumulátorcella	Galvánelemekből álló telep	Hőelem	Hőelemekből álló telep
Rajzjel				
Megnevezés	A rajzelemek méretei:			
Rajzjel				

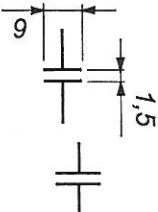
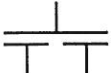
4.3. Feszültség- és áramrendszerek

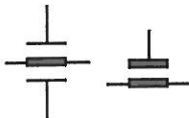
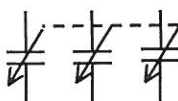
Megnevezés	Rajzjel	Egyenáram • általában • polaritás: – pozitív – negatív • egyen- és váltakozó áram	Egyenáram tervjele — 110 V	Háromfázisú tekercsek kapcsolása • csillagkapcsolás • delta-kapcsolás • zezug kapcsolás
Megnevezés	Rajzjel	Váltakozó áram • általában és ipari frekvenciában • hangfrekvenciában • ultrahang és rádiófrekvenciában • ultrahang frekvenciában	Tervjel példa 3 ~ 50 Hz, 400 V	Impulzusok • négyszögimpulzus • háromszögimpulzus • fűrészipulzus

4.4. Villamos készülékek kapcsoljelölése

Megnevezés	Rajzjel	 
Földelés, védőföldelés	Test (gép, készülék esetén)	 
Megnevezés	Rajzjel	 
Villamos kapcsolatok	  • bontható • nem bontható • rendeltetés szerűen oldható	 
Megnevezés	Rajzjel	 
		 

4.5. Kondenzátorok

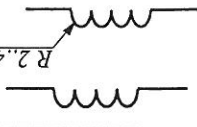
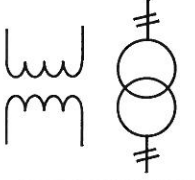
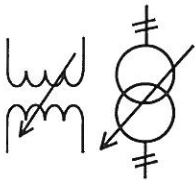
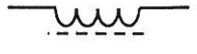
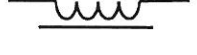
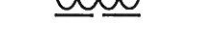
Megnevezés	Rajzjel		Általános rajzjel és a jellegzetes méretek
Polarizált kondenzátor			
Külső fegyverzet			
Többrekeszes			
Elektrolitkondenzátor			• polarizált
• nem polarizált			

Megnevezés	Rajzjel		Átvezető kondenzátorok
Valtoztatható kondenzátor			
Több forgórészes			
Differenciál-kondenzátor			
Beállító kondenzátor			
Feszültségfüggő kondenzátor			

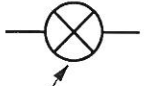
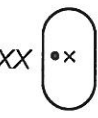
4.6. Állandó és változó értékű ellenállások, potencióméterek

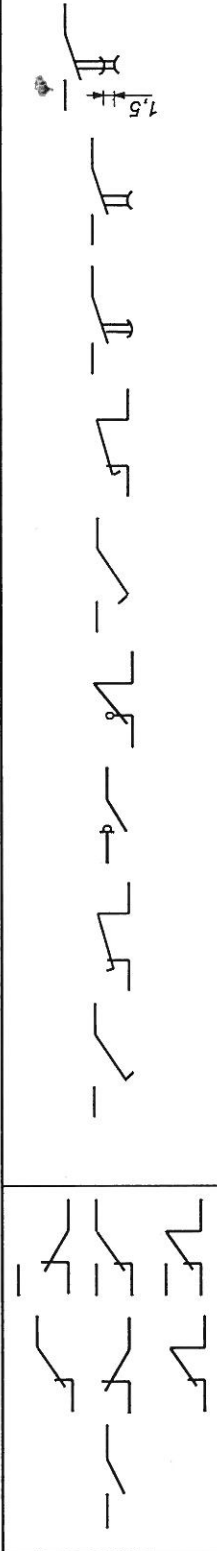
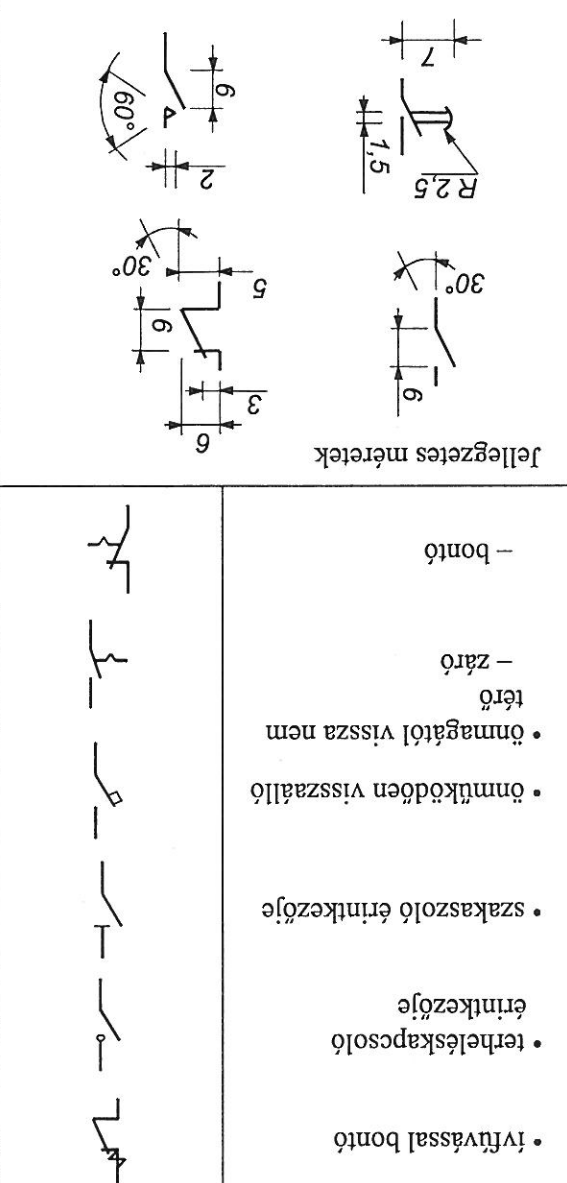
Megnevezés	Ellenállás általában, jellegzetes méretekkkel	Ellenállásfajták • ohmos • meddő (reaktancia) • komplex (impedancia) • induktív • kapacitív	Változó értékű ellenállások • általános jelölés, jellegzetes méretekkkel • folyamatos szabályozással • fokozatos szabályozással • függvény szerinti szabályozással • vezérelt szabályozással • állítható
Rajzjel			
Megnevezés	Külső hatásra változó ellenállások • feszültségfüggő (varisztor) • hőellenállás közvetett fűtéssel • hőellenállás közvetlen fűtéssel – PTK – NTK • fotoellenállás	Potencióméterek • általános jelölés • segédkivezetésekkel ellátott • több csúszkájú • függvény szerint változó • összekapcsolt	Rajzjel
Rajzjel			

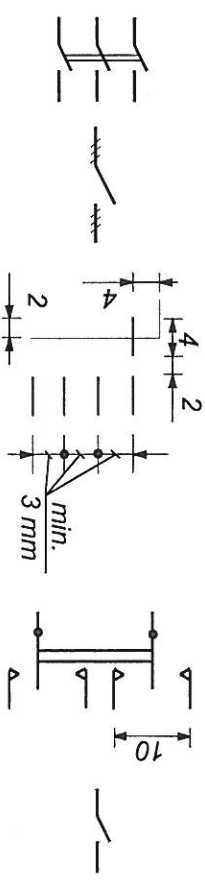
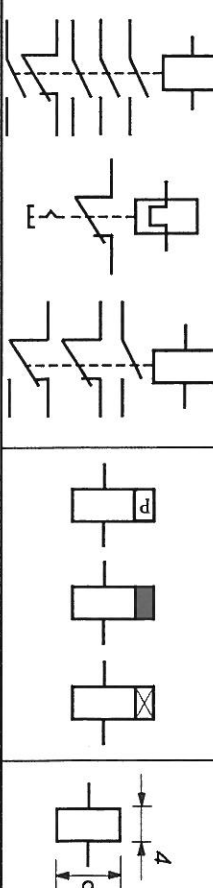
4.7. Tekercsek, transzformátorok

Megnevezés	Rajzjel	Általános rajzjel és jellegzetes méretek 	Megnevezés	Rajzjel	Fojtótekercs 	Transzformátor 	Transzformátor változtatható csatlakozással 	Jellegzetes méretek: 
Megnevezés	Rajzjel	Tekercs 	csúszó érintkezőkkel 	vasmaggal 	por- vagy ferritmaggal 	nem mágneses maggal 	vasmaggal és légréssel 	• folyamatosan hangolható vasmagos 

4.8. Fényforrások

Megnevezés	Rajzjel	Izzólámpa általában 	Kisnyomású gázkisüléses lámpa 	• ha $XX=FL$, fluoreszcens lámpa • ha $XX=EL$, elektrolumineszcens lámpa
Megnevezés	Rajzjel	Egyéb kiegészítő jelzések: • kisnyomású gázöltés • nagynyomású gázöltés • igen nagy nyomású gázöltés	A töltőgáz és az adalékok a vegyjeleikkel (Ne, Ar, Xe, Hg, Na, I, ill. D, Br, F) adhatók meg. A lámpa fényének színe betűjelekkel adható meg.	Rajzjel

Megnevezés	Érintkezők általában • záró • bontó • váltó	Többérintkezős rendszerben egymáshoz képest • előbb működő érintkező – záró – bontó • tapadó érintkező – záró – bontó • késleltetve működő – záró – bontó • késleltetve meghúzó – záró – bontó – záró és bontó	Rajzjel		Megnevezés	Erőáramú érintkezők • záró • bontó • ivfűvással záró • ivfűvással bontó • terheléskapcsoló érintkezője • szakaszoló érintkezője • önműködően visszaálló • önmagától vissza nem térő – záró – bontó	Jellegetes méretek 	Rajzjel	
------------	--	---	---------	--	------------	--	---	---------	---

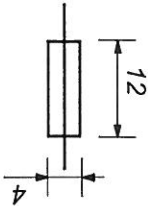
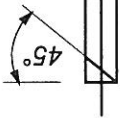
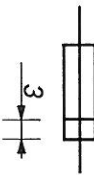
Megnevezés	Kapcsolók • egyáramkörű általában • kétáramkörű, három-állású • egyáramkörű, többállású • háromáramkörű – egyvonalas ábrázolás – többvonalas ábrázolás	Rajzjel 
Megnevezés	Jelfogótekerces általában Speciális jelfogók • meghúzás-késleltetés • elengedés-késleltetés • polarizált Osszetett elemek • jelfogó záró, bontó és váltó érintkezővel • hőjelfogó, nyomógombos visszaállítással • hárompólusú mágneskapcsoló két segédérintkezővel	Rajzjel 

Megjegyzés: A kapcsolókat mindig nyugalmi helyzetben kell ábrázolni, amikor a mozgó érintkezőre nem hat külső erő és a jelfogó tekercse árammentes.

4.10. Csatlakozások

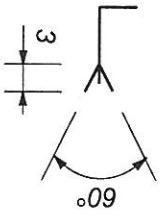
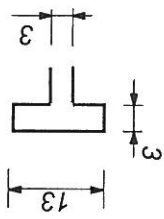
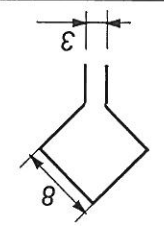
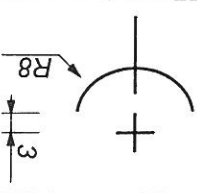
Megnevezés	Rajzjel	Csatlakozó dugasz	Csatlakozó foglalat	Dugaszolható csatlakozás többes vezetékkel	Védőérintkezős dugaszol- ható csatlakozás
Megnevezés	Rajzjel	Kötések • bontható • nem bontható	Szorító csatlakozás	Jellegzetes méretek	

4.11. Olvadóbiztosítók, feszültséglevezetők

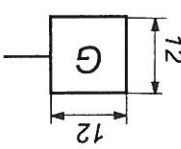
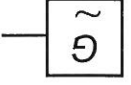
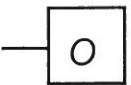
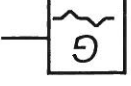
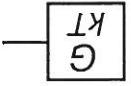
Megnevezés	Olvadóbiztosítók és jellegzetes rajzméreteik		• általános jelölés		• lomha		• késleltetett		• gyors			
Rajzjel												
Megnevezés	Szikraköz		Tűlfeszültség-levezető		• általános rajzjel		• oltócső		• vákuumos			
Rajzjel												

4.13. Elektroakusztikai átalakítók

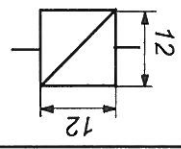
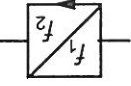
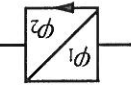
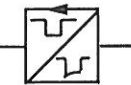
Megnevezés	Rajziel	Mikrofon	Hallgató	Hangszóró	Átalakítófej általában	Mágneses fej (n-sáv)
Sztereo hangszedő						
Törölfejl						
Fényérzékelny lejártszófej						
Jellegzetes méretek:						
Megnevezés	Rajziel					

Megnevezés	Rajzjel		Altános rajzjel és jellegzetes méretek
Megnevezés	Rajzjel		Hurkos dipólusantenna rajz-jele és jellegzetes méretei
Megnevezés	Rajzjel		Keretantenna rajzjele és jellegzetes méretei
Megnevezés	Rajzjel		Parabolantenna rajzjele és jellegzetes méretei
Megnevezés	Rajzjel		Szimmetrikus dipólus-antenna
Megnevezés	Rajzjel		A jeláramlás iránya szerint • adóantenna • vevőantenna • adó- és vevőantenna
Megnevezés	Rajzjel		Passzív (relé-) antenna

4.14. Generátorok

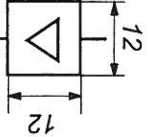
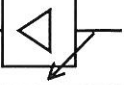
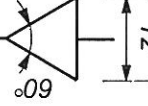
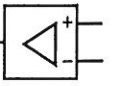
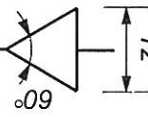
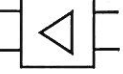
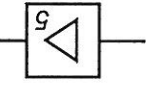
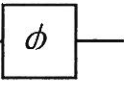
Megnevezés	Elektronikus jelgenerátor általános jelölése és jellegzetes méretei		Rajzjel
	Színuszjel-generátor		
Megnevezés	Oscillátor		Rajzjel
	Harmonikusjel-generátor		
	Zajgenerátor		

4.15. Átalakítók

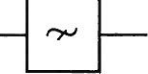
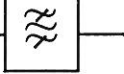
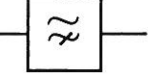
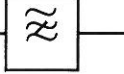
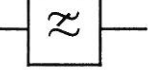
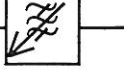
Megnevezés	Általános jelölés és jellegzetes méretek		Rajzjel
	Egyenirányító		
	Inverter		
Megnevezés	Frekvenciaátalakító		Rajzjel
	Fázisátalakító		
	Impulzusformáló		

Megjegyzés: általános esetben a rajzjel bal felső részébe a bemeneti (átalakítandó) mennyiség jele, a jobb alsó részébe az átalakított mennyiség jele szerepel.

4.16. Erősítők

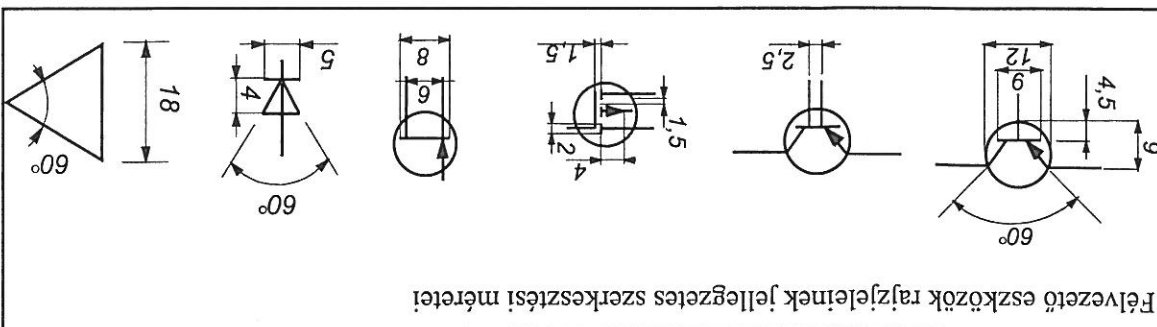
Megnevezés	Erősítő általános jele	Megnevezés	Szabályozható
Rajzjel		Rajzjel	
		Differenciál bemenetű erősítő	
		Szimmetrikus erősítő	
		Fázisfordító	
	Több- (öt) fokozatú erősítő		

4.17. Szűrők

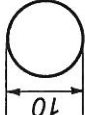
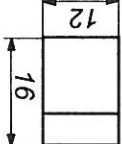
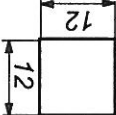
Megnevezés	Általános jelölés	Megnevezés	Sávsávteresztő szűrő
Rajzjel		Rajzjel	
	Aluláteresztő szűrő		Sávzáró szűrő
			
	Felüláteresztő szűrő		Szabályozható (hangolható) szűrő
			

4.18. Félvezető eszközök

Megnevezés	Rajzjel	Félvezető diódák	Tirisztorok	Egyéb kapcsolóeszközök	Egyéb kapcsolóeszközök
		• általános jelölés • Zener-dióda • ellenpárhuzamos Zener-dióda • kapacitásdioda • alagútdióda • Schottky-dióda • Fénykibocsátó dióda (LED) • Fotodióda	• p-kapus tirisztor • n-kapus tirisztor • kikapcsolható tirisztor • tirisztorretroda	• négyrétegű dióda • kétirányú tirisztor dióda • diak • triak	• kétbázisú dióda (UJT) • optocsatoló • műveleti erősítő
Megnevezés	Rajzjel	Bipoláris tranzisztorok		Unipoláris tranzisztorok	Egyéb félvezető eszközök
		• pnp • npn • Schottky-tranzisztor • fototranzisztor		• záróréteges FET (JFET) – n-csatornás – p-csatornás • szigetelt vezérlőelektron-dás FET (MOSFET) – n-csatornás (kivezetett és belül 5-ra kötött szubsztráttal) – p-csatornás (kivezetett és belül 5-ra kötött szubsztráttal) – n-csatornás, két kapu-elektrodával	• kétbázisú dióda (UJT) • optocsatoló • műveleti erősítő

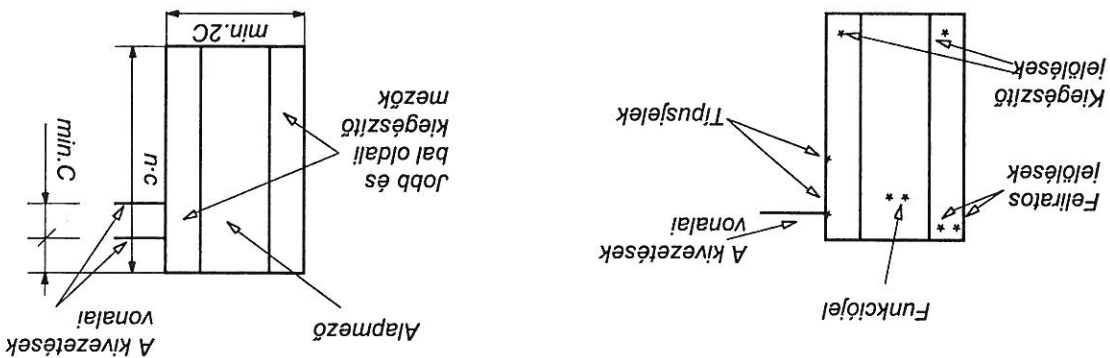


4.19. Villamos mérőműszerek

Megnevezés	Rajzjel	Mérőműszer X mennyiség mérése	Mérőműszer X mennyiség (X) jelle:	Arammérő A Teljesítmény- V Teljesítmény- W tényező-mérő cos φ Szintmérő Ω Ellenállásmérő Hz Frekvenciamérő	Többfunkciós műszer	V-A-Ω	Jellegetes méretek:	  
Megnevezés	Rajzjel	Mutatós műszer (általában)	Regisztráló mérőműszer (általában)	Integráló (számláló jellegű) mérőműszer (általában)			Mérőműszer kétirányú kitéréssel (pl. galvanométer)	Oscilloszkóp

A logikai aramkörök szinte kizárólag integrált aramkör kivitelben készülnek, és sokrétűségük miatt nem egyedi rajzjelekkel, hanem egy általános rajzzeljel és a hozzá kapcsolódó, betűkből és számjegyekből álló jelrendszerrel ábrázolhatók.

• ੨੪ •



4.1. ábra. A logikai elemek általános rajzjele és jellegzetes szerkesztési méretei

Az általános rajzjel alapmertejében található az áramkör funkcióját megadó jelzés. A bal és jobb oldali kiegészítő mezőkben az áramkör egyes be- és kimeneti pontjainak funkciójára, ill. tulajdonságaira utaló jelzések helyezkednek el. (Általában a bal oldali részen az áramkör bemeneti pontjai, jobb oldali részen a kimeneti pontok találhatóak.) A kiegészítések egy része nem hordoz logikai információt, amit általában külön jelölnek a rajzon. A logikai információit hordozó kiegészítések direkt vagy inverz jelképek nélkülözhetnek, és statikusak vagy dinamikusak lehetnek. Ezt az alprajzjel oldalsó határolóvonalán (vagy annak közelében, a jelen kiűl, ill. a kiegészítő mezőkben) elhelyezett jellekkel adjuk meg. A lehetséges jelket az 4.1. táblázat tartalmazza.

jelleket az 4.1. táblázat tartalmazza.

A logikai áramkörök kivételéseinek típusjelle. 4.1. táblázat

A jel		időbeni változása	logikai szintje	Rajzjel											
Direkt	Inverz				Státikus	Inverz	Dinamikus	Inverz							
															
					Logikai információt nem hordozó kivezetés										

A gyakorlatban többféle jelzésrendszer terjedt el, az egyes jelek mellett elhelyezett ! az általánosan elferted jelet mutatja.

A logikai elem funkcióját az alamezőbe írt funkciójellel kell megadni. A funkciójelleket az 4.2. táblázat tartalmazza.

A logikai elemek funkciójellei.

4.2. táblázat

S.sz.	Funkció	Jelzés	S.sz.	Funkció	Jelzés
1.	Központi egység (processzor)	CPU	26.	Összehasonlító	=
2.	Operatív tároló, közvetlen	RAM	27.	Multipler	MUX
3.	Operatív tároló, soros eléréssel	SAM	28.	Demultipler	DM
4.	Asszociatív tároló	CAM	29.	Kódátalakító	X/Y
5.	Programozható logikai mátrix	PLM, PLA	30.	Multipler-kiválasztó	MS
6.	Csak olvasható tároló	PROM	31.	Kiválasztó	SL
7.	Csak olvasható tároló, egyszerűen újítható	ROM	32.	Jeladó (generátor)	G
8.	Csak olvasható tároló, ismételt újítható	RPRM, EPROM	33.	Monostabil áramkör	S
9.	Összeadó	SM, Z	34.	Schmitt-trigger	ST, ST
10.	Szorító	MPL	35.	Diszkriminátor	□, DIC
11.	Oszító	DIV	36.	Tároló (trigger, flip-flop)	T
12.	Kivonó	SUB	37.	Kettős tároló (master-slave)	TT, TMS
13.	Több bemeneti VAGY-kapu	1	38.	Elvezérlési tároló (D-tároló)	TE
14.	Több bemeneti ES-kapu	&	39.	Latch tároló	TL
15.	Kizáró-VAGY-kapu	=1	40.	Készletítő elem	I, DL
16.	Huzalozott logikai elem	◇, □	41.	Jelformáló	F
17.	Regiszter	RG	42.	Erősítő	▷, >
18.	Egyirányú léptetőregiszter	RG→	43.	Kapcsoló	SW
19.	Kétirányú léptetőregiszter	RG↔	44.	Modulátor	MD
20.	Számláló, n-alapú, bináris, tízes	RG↔, CT, CT _n	45.	Demodulátor	DM
21.	Egyirányú számláló	CT→			
22.	Előre-hátra számláló	CT>			
23.	Dekódoló	CT↔			
24.	Kódoló	CT>			
25.	Logikaiszint átalakító	CD			

A jobb és bal oldali kiegészítő mezőben a kivezetések jelzése szerepel, a funkciójókra utaló kóddal megadva. A kivezetések funkciókódjait az 4.3. táblázat tartalmazza.

A logikai információt nem hordozó kivezetések hasonló módon jelölődnek, a jelöléseket az 4.4. táblázatban találjuk.

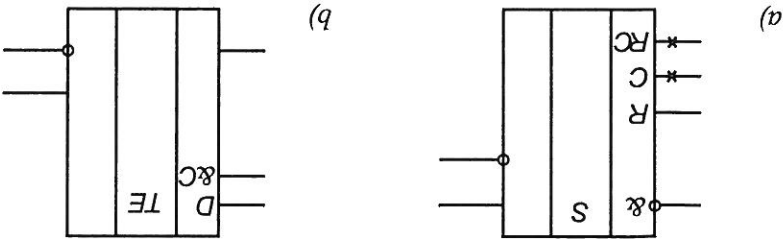
A logikai elemek kivezetéseinek funkciójelei. 4.3. táblázat

S.sz.	A kivezetés funkciója	Jelzés	S.sz.	A kivezetés funkciója	Jelzés
1.	Beállítás logikai-1 állapotba	S	24.	Ismétlés	RP
2.	Beállítás logikai-0 állapotba	R	25.	Kapuzás	STB, G
3.	Beállítás a kiinduló állapotba	GR	26.	Kérés	RQ
4.	(átalános törles)	J	27.	Készenlet	RA
5.	JK-tárolót logikai-0-ba állító jel	K	28.	Kedés	BG
6.	Számláló bemenetén	T	29.	Kiválasztás	SE
7.	átalános jelölése		30.	Legkisebb helyi értékű bit	LSB
8.	Kétirányú kivezetés	↔, ◇	31.	Legnagyobb helyi értékű bit	MSB
9.	Adatok	D	32.	Marker	MR
10.	Állapot	SA	33.	Maszk (maszkolás)	MK, MS
11.	Áthozat	BR	34.	Megfogás	TR
12.	Átvitel (átalános rajzjel)	CR	35.	Nagyimpedancia kimenet	Δ, Z
13.	Bajt	BY	36.	Nyitás	GT
14.	Bit	BIT	37.	Nyitott kimenet	◇, □, □
15.	Blokkolás	BLK, DE	38.	Olvasás (olvasásparancs)	RD
16.	Bővítés	EX	39.	Órajel	C
17.	Cím	A	40.	Polaritás (plusz és mínusz)	+, -
18.	Ellenőrzés	CH	41.	Prioritás	PR
19.	Előjel	SI	42.	Szinkronizálás	SYN
20.	Engedélyezés	E	43.	Túlszorulás	OF
21.	Feltétel (bit)	CC (FL)	44.	Utasítás (parancs)	INS, CMD
22.	Hiba	ER	45.	Válasz	AN
23.	Indítás	ST	46.	Várakozás	WI, WAIT
		WR	47.	Végrehajtás (vége)	

Logikai információt nem hordozó kivezetések jelölése. 4.4. táblázat

Sorsz.	A kivezetés funkciója	Jelzés
1.	Tápfeszültség	U, 5U, +5 V
2.	Áram	I, 0,14 A
3.	Kollektor, emitter, bázis	K, E, B
4.	Passzív elem (R, C, L) csatlakoztatása	R, C, L
5.	Az elemen belül egyesített kivezetéscsoport	]

Az összetett logikai elemek elmondottak alapján létrehozott jelölésére az 4.2. ábrán láthatunk példákat. Az 4.2.a) ábrán egy monostabil áramkört láthatunk, ES-be kapcsolt indító bemenetekkel, törőbemenettel és kivezetésekkel a külső RC időzítőelemek bekötésére. Az 4.2.b) ábra élvezérelt D-tárolót szemléltet, ES-be kapcsolt vezérlő bemenetekkel.

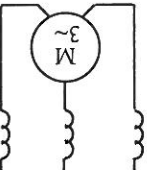
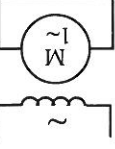
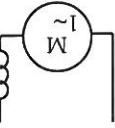
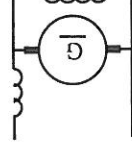
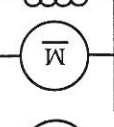
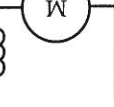
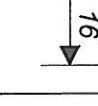
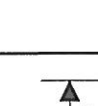


4.2. ábra. Példa összetett logikai elemek ábrázolására

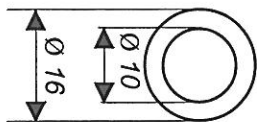
A több összetett áramkörüi egyiséget (tokot) tartalmazó kapcsolási rajzok kialakításának szabályairól a 3. fejezetben volt szó. Az egymástól független egyiséget közös tokban tartalmazó logikai elemek ábrázolására a 3.6., ill. 3.7. ábrán láttunk példákat.

4.21. Villamos forgógépek

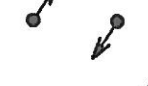
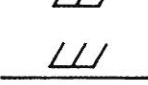
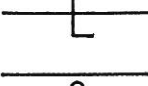
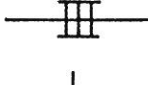
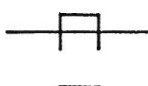
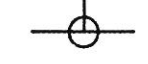
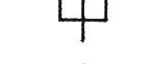
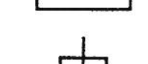
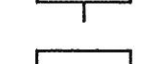
Megnevezés	Rajzjel	Megnevezés	Rajzjel
Szerkezeti kialakítás	• állórész • rövidrezárt forgórész • kiálló pólusú forgórész • forgórész állandó mágnesekkel • egyenáramú vagy egy-fázisú tekercselésű forgórész • háromfázisú, kivezetett tekercselésű forgórész	• lineáris motor (általános jel) • léptetőmotor (általános jel) • kézi működetésű generátor (induktor)	
		Villamos forgógép (általában) A gép típusát jelző X kód: Szinkronátalakító C Motor általában, M Generátor G aszinkronmotor MS Áramnem jelzése: • egyenáram — • váltakozó áram 1~, 3~ Speciális forgógépek	Speciális forgógépek • lineáris motor (általános jel) • léptetőmotor (általános jel) • kézi működetésű generátor (induktor)

Rajzjel	Megnevezés	Rajzjel	Megnevezés
  	• háromfázisú soros motor • egyfázisú repulziós motor • egyfázisú soros motor áramú gépek kommutátoros váltakozó	  	• soros gerjesztésű egyen- áramú motor • párhuzamos gerjesztésű egyenáramú motor • vegyes gerjesztésű egyen- áramú generátor a kefékkel • állandó mágneses ger- jesztésű egyenáramú forgó feszültségátalakító • tekercses gerjesztésű egyenáramú forgó feszültségátalakító
      	• rövidrezárt forgórészű háromfázisú aszinkron- motor • rövidrezárt forgórészű egyfázisú aszinkron- motor segéd-fázis kive- zetéssel • háromfázisú aszinkron- motor tekercselt forgórészű • háromfázisú aszinkron- motor csillagkapcsolású állórészű, a forgórész- ben önmműködő induktív háromfázisú, egyirányú mozgású aszinkron lineáris motor • háromfázisú aszinkron- gép, két pólusszáma át- kapcsolható állórészű és rövidrezárt forgórészű	    	Egyenáramú gépek • soros gerjesztésű egyen- áramú motor • párhuzamos gerjesztésű egyenáramú motor • vegyes gerjesztésű egyen- áramú generátor a kefékkel • állandó mágneses ger- jesztésű egyenáramú forgó feszültségátalakító • tekercses gerjesztésű egyenáramú forgó feszültségátalakító
  	• háromfázisú aszinkron- gép, két pólusszáma át- kapcsolható állórészű és rövidrezárt forgórészű	 	Szinkrongépek • háromfázisú szinkron- generátor, állandó mágnessel • egyfázisú szinkronmotor • csillagkapcsolású három- fázisú szinkrongenerátor, csillagpont kivezetéssel • külső gerjesztésű három- fázisú szinkrongenerátor • sötétgerjesztéses három- fázisú szinkronátalakító

Jellemző méretek



4.22. Világítástechnika és épületvillamosság

Rajzjel	Megnevezés	Rajzjel	Megnevezés
         	Kézi kapcsolók • kapcsoló általános jele • egyesirányú • egyesirányú, beépített jelzőlámpával • egyesirányú, fényszabályozóval • egyesirányú csoportkapcsoló • egyesirányú csillárkapcsoló • egyesirányú váltókapcsoló • egyesirányú keresztikapcsoló • kétsirányú kapcsoló	         	Vezetékek • szintre érkező • szintről elmenő • szinten átmenő • falon vezetett • vakolat alatt vezetett • födémbe vezetett • védőcsőben vezetett • szegegyléc alatt vezetett • kabellétrán vezetett • csatornában vezetett
      	Védőkapcsolók • védőkapcsoló általános jele (pl. kisautomata) • egyesirányú védőkapcsoló • háromirányú túláramkapcsoló • háromirányú feszültségcsökkentés-kapcsoló • feszültség-védőkapcsoló retesszeléssel (hibafeszült-ség-kidő) • áram-védőkapcsoló retesszeléssel (hibáram-kidő)	   	Szekrények, dobozok • leágazódoboz • csatlakozószekrény • szekrény, tábla • elosztó

Megnevezés	Rajzel	Megnevezés	Rajzel
Lámpatestek		Dugós csatlakozó aljzatok	
• fényforrás általános jele		• kéthüvelyes csatlakozó	
• lámpaleágazás általános jele		• védőérinkezős kéthüvelyes csatlakozó	
• fényforrás egysarkú kapcsolóval		• kéthüvelyes csatlakozó dugóval együtt	
• fényforrás fényszabályozóval		• háromhüvelyes csatlakozó	
• biztonsági világítás		• háromhüvelyes csatlakozó védőérinkezővel	
• fénycsöves lámpatest egy, ill. két fénycsövel		• kéthüvelyes csatlakozó	
• lámpatest gázkisüléses		• kétcsatlakozó aljzat	
• pontlámpa		• a dugó csak meghatározott helyzetben helyezhető be	
Egyszerű és világító nyomógomb		• csatlakozó aljzat kapcsolóval	
Mérőóratabla		• reteszelt háromhüvelyes csatlakozó aljzat	
Kapcsolóóra		• telefoncsatlakozó	
Időrelé		• többhüvelyes telefoncsatlakozó	
Csenő		• antennacsatlakozó	
Nullabontó		• antennacsatlakozó koaxiális kábelhez	
		• mikrofoncsatlakozás	

4.23. Gépjárművek villamos berendezései

Megnevezés	Rajzjel	Egyenáramú generátor egyszerűsített és részletes rajzjele	Váltakozó áramú generátor, beépített egyenirányítóval	Indítómotor egyszerűsített rajzjele és részletes kapcsolási rajza	Biztosító aljzat	Áramszaggató (irányjelzőhöz)	Ablaktörő	Nyomáskapcsoló		
Megnevezés	Rajzjel	Kombinált lámpaszerelevény (pl. hátsó lámpablokk)	Kombinált lámpaszerelevény (első lámpablokk fényoszóróval és helyzetjelzővel)	Gyújtógyertya	Gyújtógyertya zavaraszűrő ellenállással	Izzítógyertya	Sebességmérő jeladója	Üzemanyagmennyiség jeladója	Gyújtáselosztó	Mechanikus kapcsoló

RAJZSZABVÁNYOK

MSZ ISO 128:1992	A műszaki ábrázolás általános előírásai
MSZ ISO 5457:1992	A rajzlapok kialakítása és méretei
MSZ 4900-5:1978	Fizikai mennyiségek neve és jele. Villamosságban
MSZ 21702:1998	Elektrotechnikában használt betűjelek. 2. rész. Távközlés és elektronika
MSZ EN 61082-1:1999	Elektrotechnikai dokumentáció készítése. 1. rész. Általános előírások
MSZ EN 61082-2:1996	Elektrotechnikai dokumentáció készítése. 2. rész. Funkcióra irányuló rajzok
MSZ EN 61082-3:1996	Elektrotechnikai dokumentáció készítése. 3. rész. Kapcsolási rajzok, táblázatok és jegyzékek
MSZ IEC 617-1:1993	Villamos rajzjelek. Általános előírások, fő tárgymutató, kereszthivatkozási táblázatok
MSZ IEC 617-2:1993	Villamos rajzjelek. A rajzjelek elemei és általános alkalmazásuk
MSZ IEC 617-3:1993	Villamos rajzjelek. Vezetékek és csatlakozások
MSZ IEC 617-4:1993	Villamos rajzjelek. Passzív alkatrészek
MSZ IEC 617-5:1993	Villamos rajzjelek. Felvezetők és elektroncsövek
MSZ IEC 617-6:1993	Villamos rajzjelek. Villamos energia termelése és átalakítása
MSZ IEC 617-7:1993	Villamos rajzjelek. Kapcsoló-, működető- és védőkészülékek
MSZ IEC 617-8:1993	Villamos rajzjelek. Mérőberendezések, jelzőlámpák és -készülékek
MSZ IEC 617-9:1993	Villamos rajzjelek. Távközlési kapcsolóberendezések és perifériák
MSZ IEC 617-10:1993	Villamos rajzjelek. Távközlés, átvitel
MSZ IEC 617-11:1993	Villamos rajzjelek. Épületek villamos tervén és a helyszínrájzokon alkalmazott jelek
MSZ IEC 617-12:1993	Villamos rajzjelek. Bináris logikai elemek
MSZ IEC 617-13:1993	Villamos rajzjelek. Analóg elemek
MSZ IEC 848:1995	Funkcióábrák készítése irányítási rendszerekhez
MSZ 9200-32:1985	Villamos rajzjelek. Távműködtetési berendezések
MSZ 9200-36:1985	Villamos rajzjelek. Járművek villamos berendezései